

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

Жиззах Давлат Педагогика институти

Умумий физика кафедраси

УМУМИЙ АСТРОНОМИЯ

Ж И З З А Х – 2 0 0 9

Муаллифлар:

Ф.-м.ф.н. Зокиров М.Н.
Ф.-м.ф.н. Дониёров Ш.
Катта ўқит.Бекмирзаева Х.У.

Физика-математика фанлари номзоди, катта ўқитувчи М.Зокиров таҳрири
остида.

Такризчилар: ф.-м.ф.д., проф.Бекмирзаев Р.Н.,
ф.-м.ф.н., доц. Мустафокулов А.,

Мазкур ўқув услубий қўлланма физика-астрономия таълим йўналиши талабалари учун мўлжалланган бўлиб, А.Қодирий номли Жиззах давлат педагогика институти физика-математика факультети Умумий физика кафедрасида муҳокама қилинган ва тавсия этилган.

Ўқув услубий қўлланма 2008 йил тавсия этилган ДТС асосида ёзилган. Унда умумий астрономиянинг сферик ва амалий астрономия асослари, планеталар тузилиши ва ундаги физикавий жараёнлар, юлдузлар ва галактикалар тўғрисидаги асосий маълумотлар ёритилган.

СЎЗ БОШИ

Кадрлар тайёрлаш миллий дастури Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонунининг қоидаларига мувофиқ ҳолда тузилган бўлиб, у мазкур қонунни жорий этишни, узлуксиз таълим тизимини барпо этишнинг босқичларини, шунингдек, янги ўқув режаларини, дастурлар ва қўлланмаларни яратишни талаб этади.

Ушбу ўқув қўлланма педагогика институтларининг физика ва астрономия йўналишлари талабаларига мўлжалланган бўлиб, ушбу йўналишлардаги янги ДТС ва 5140200 – физика-астрономия таълим йўналиши бўйича бакалавриат даражаси учун мўлжалланган намунавий дастурга мувофиқ ёзилган.

Маълумки, астрономия курси осмон ёриткичларининг тузилиши, химиявий ва физикавий таркиби, уларда рўй берадиган жараёнларнинг табиати ва ривожланиш йўллари ўрганади. Бизни ўраб олган дунё моддийдир – у доимий мавжуд бўлган ва узлуксиз ҳаракатланувчи материядан иборатдир.

Табиатда содир бўлувчи барча ҳаракатлар ва жараёнлар муайян қонунлар бўйича юз беради. Турли жараёнлар ва ҳодисалар орасидаги қонуний боғланишни очиш ва ўрганиш ҳар қандай фан тармоғининг бош мақсади ҳисобланади. Буни билиш эса табиатдаги бирор ҳодиса қандай юз беришини олдиндан билишга, яъни келажакни олдиндан айтишга ва ўтмишни изоҳлашга ёрдам қилади.

Кейинги йилларда астрономия соҳасида кўплаб муҳим кашфиётлар қилинди. Қудратли телескоплар қурилди, янги типдаги замонавий космик объектлар кашф қилиниб, улар ёрдамида коинотни, осмон жисмларини янада мукамалроқ ўрганишнинг имкониятлари кенгайди.

Астрономия курсини ўқитишдан кўзда тутилган мақсад ана шу янги замонавий технологияларни астрономик кузатишларга қўллаб, осмон жисмлари ва улардаги жараёнлар тўғрисида кенг қамровли билимлар беришдан иборатдир.

Қўлланманинг I-V боблари ф.-м.ф.н. М.З.Зокиров, VI-боб доцент Ш.Дониёров ва VII-VIII боблари катта ўқитувчи Х.Бекмирзаева томонидан ёзилган.

МУНДАРИЖА

СЎЗ БОШИ

I бoб. АСТРОНОМИЯ ФАНИГА КИРИШ

1 §	Астрономия предмети ва унинг аҳамияти.	.	.	.	.	.	.
2 §	Астрономия ривожининг қискача тарихи.	.	.	.	.	.	.
3 §	Астрономиянинг асосий бўлимлари.	.	.	.	.	.	.
4 §	Астрономиянинг бошқа фанлар билан алоқадорлиги.	.	.	.	.	.	.

II бoб. СФЕРИК ВА АМАЛИЙ АСТРОНОМИЯ АСОСЛАРИ

5 §	Юлдузлар осмони, юлдуз туркумлари.	.	.	.	.	.	.
6 §	Юлдузлар осмонининг суткалик айланиши	.	.	.	.	.	.
7 §	Осмон сфераси ҳақида тушунча.	.	.	.	.	.	.
8 §	Осмон сферасидаги асосий нуқталар, чизиқлар ва айланалар	.	.	.	.	.	.
9 §	Олам ўқининг математик горизонтга нисбатан жойлашиши тўғрисидаги теорема	.	.	.	.	.	.
10 §	Осмон сферасидаги координаталар системаси	.	.	.	.	.	.
11 §	Горизонтал координаталар системаси.	.	.	.	.	.	.
12 §	Экваториал координаталар системаси.	.	.	.	.	.	.
13 §	Эклиптикал координаталар системаси.	.	.	.	.	.	.
14 §	Галактик координаталар системаси.	.	.	.	.	.	.
15 §	Қуёшнинг йиллик кўринма ҳаракати ва йўли.	.	.	.	.	.	.
16 §	Эклиптика оғмалигини кузатишлардан аниқлаш.	.	.	.	.	.	.
17 §	Вақтни ўлчаш.	.	.	.	.	.	.
18 §	Юлдуз вақти	.	.	.	.	.	.
19 §	Ҳақиқий ва ўртача қуёш вақти	.	.	.	.	.	.
20 §	Вақт тенгламаси	.	.	.	.	.	.
21 §	Маҳаллий, пояс ва декрет вақти. Число ўзгариш чизиғи	.	.	.	.	.	.
22 §	Календарлар. Юлиан ва Григориан календарлари.	.	.	.	.	.	.
23 §	Умар Ҳайём календари.	.	.	.	.	.	.
24 §	Вақт хизмати.	.	.	.	.	.	.
25 §	Соат турлари.	.	.	.	.	.	.
26 §	Соат тузатмасини аниқлаш.	.	.	.	.	.	.
27 §	Эфемерид ва атом вақти.	.	.	.	.	.	.
28 §	Сферик учбурчак.	.	.	.	.	.	.
29 §	Томон косинусининг формуласи	.	.	.	.	.	.
30 §	Синуслар формуласи.	.	.	.	.	.	.
31 §	Беш элемент формуласи.	.	.	.	.	.	.
32 §	Паралактик учбурчак.	.	.	.	.	.	.
33 §	Горизонтал координаталар системасидан биринчи экваториал координаталар системасига ўтиш ва унинг аксинча ҳоли.	.	.	.	.	.	.
34 §	Биринчи экваториал координаталар системасидан иккинчи координаталар системасига ўтиш ва унинг аксинча ҳоли.	.	.	.	.	.	.

35 §	Иккинчи экваториал координаталар системасидан (α ва δ координаталар берилган бўлса) эклиптикал координаталар системасига ўтиш ва унинг аксинча ҳоли.	.	.	.	.	.	.	.
36 §	Рефракция.	.	.	.	.	.	.	.
37 §	Оқшом.	.	.	.	.	.	.	.
38 §	Ернинг катталиги ва шаклини аниқлаш.	.	.	.	.	.	.	.

III боб. ҚУЁШ ПЛАНЕТАЛАР СИСТЕМАСИНING ТУЗИЛИШИ

39 §	Материалистик дунёқараш ва гелиоцентрик система жорий этилиши учун кураш.	.	.	.	.	.	.	.
40 §	Оламнинг геоцентрик назарияси.	.	.	.	.	.	.	.
41 §	Коперникнинг гелиоцентрик системаси.	.	.	.	.	.	.	.
42 §	Планеталарнинг конфигурациялари.	.	.	.	.	.	.	.
43 §	Планеталарнинг сидерик ва синодик даврлари.	.	.	.	.	.	.	.
44 §	Қуёш системасида масофаларни аниқлаш: геометрик ва радиолокацион методлар.	.	.	.	.	.	.	.
45 §	Суткали ва йиллик параллакс.	.	.	.	.	.	.	.
46 §	Ёруғлик абберациясининг кашф этилиши.	.	.	.	.	.	.	.
47 §	Юлдузларнинг узокликлари.	.	.	.	.	.	.	.
48 §	Ой ва унинг фазалари.	.	.	.	.	.	.	.
49 §	Ойнинг кўринма ҳаракати ва даврлари. Сидерик, синодик ва аждаҳо ойлар.	.	.	.	.	.	.	.
50 §	Қуёш ва Ой тутилиши, тутилиш шартлари ва кўринишлари.	.	.	.	.	.	.	.

IV боб. ОСМОН МЕХАНИКАСИ ВА КОСМОНАВТИКА АСОСЛАРИ

51 §	Тихо Браге ва Кеплер.	.	.	.	.	.	.	.
52 §	Кеплер қонунлари.	.	.	.	.	.	.	.
53 §	Икки жисм масаласи.	.	.	.	.	.	.	.
54 §	Кўтарилиш ва пасайишлар.	.	.	.	.	.	.	.
55 §	Ер ўқининг прецессияси ва нутацияси.	.	.	.	.	.	.	.
56 §	Янги планеталарнинг кашф этилиши.	.	.	.	.	.	.	.
57 §	Космик тезликлар ва орбиталар.	.	.	.	.	.	.	.
58 §	Ернинг сунъий йўлдошлари ва космик ракеталар.	.	.	.	.	.	.	.

V боб. ПЛАНЕТАЛАР ФИЗИКАСИ

59 §	Планеталарнинг физик табиати.	.	.	.	.	.	.	.
60 §	Меркурий (Уторуд) планетаси.	.	.	.	.	.	.	.
61 §	Венера (Зухро) планетаси.	.	.	.	.	.	.	.
62 §	Меркурий ва Венеранинг Қуёш диски олдидан ўтиши.	.	.	.	.	.	.	.
63 §	Ер планетаси.	.	.	.	.	.	.	.
64 §	Ой – Ернинг табиий йўлдоши.	.	.	.	.	.	.	.
65 §	Марс (Миррих) планетаси.	.	.	.	.	.	.	.

66 §	Юпитер (Муштарий) планетаси.	.	.	.	.	.	.	.	.
67 §	Сатурн (Зухал) планетаси.	.	.	.	.	.	.	.	.
68 §	Уран планетаси.	.	.	.	.	.	.	.	.
69 §	Нептун планетаси..	.	.	.	.	.	.	.	.
70 §	Плутон планетаси..	.	.	.	.	.	.	.	.
71 §	Тициус қоидаси.	.	.	.	.	.	.	.	.
72 §	Майда планета (астероид) лар..	.	.	.	.	.	.	.	.
73 §	Зоодиакал ёруғлик.	.	.	.	.	.	.	.	.
74 §	Кометалар ва уларнинг ҳаракати.	.	.	.	.	.	.	.	.
75 §	Кометалар ядроси ва думидаги физик жараёнлар.	.	.	.	.	.	.	.	.
76 §	Кометаларнинг келиб чиқиши..	.	.	.	.	.	.	.	.
77 §	Метеорлар, болидлар ва метеоритлар.	.	.	.	.	.	.	.	.
78 §	Метеорларни кузатиш.	.	.	.	.	.	.	.	.
79 §	Метеорлар оқими ва уларнинг кометаларга алоқаси.	.	.	.	.	.	.	.	.
80 §	Қуёш системаси тузилишининг умумий қонуниятлари, унинг келиб чиқиши ва эволюцияси ҳақида замонавий тасаввурлар.	.	.	.	.	.	.	.	.

VI боб. ҚУЁШ ФИЗИКАСИ

81 §	Қуёш ҳақида умумий маълумотлар.	.	.	.	.	.	.	.	.
82 §	Қуёшнинг спектрал ва кимёвий таркиби.	.	.	.	.	.	.	.	.
83 §	Қуёшнинг температураси.	.	.	.	.	.	.	.	.
84 §	Қуёшнинг радионурланиши.	.	.	.	.	.	.	.	.
85 §	Қуёш активлигини даврий ўзгариб туриши ва Қуёшнинг геофизик жараёнларга таъсири.	.	.	.	.	.	.	.	.
86 §	Қуёшнинг ички тузилиши ва Қуёш энергиясининг ядро манбалари.	.	.	.	.	.	.	.	.

VII боб. ЮЛДУЗЛАР

87 §	Юлдузларнинг номланиши.	.	.	.	.	.	.	.	.
88 §	Юлдузлар характеристикалари: ранги, спектрлари ва температураси	.	.	.	.	.	.	.	.
89 §	Қўшалок юлдузлар.	.	.	.	.	.	.	.	.
90 §	Янги ва ўта янги юлдузлар.	.	.	.	.	.	.	.	.
91 §	Тарқоқ ва шарсимон юлдуз тўдалари.	.	.	.	.	.	.	.	.
92 §	Герцшпрунг-Рассел диаграммаси. Юлдузлар эволюцияси.	.	.	.	.	.	.	.	.
93 §	Нейтрон юлдузлар ва пульсарлар.	.	.	.	.	.	.	.	.
94 §	Оқ карликлар ва қора ўра.	.	.	.	.	.	.	.	.
95 §	Юлдузларнинг пайдо бўлиши..	.	.	.	.	.	.	.	.

VIII боб. ГАЛАКТИКАЛАР ТЎҒРИСИДА МАЪЛУМОТ

96 §	Галактикалар таълимоти.	.	.	.	.	.	.	.	.
97 §	Галактикалар турлари.	.	.	.	.	.	.	.	.
98 §	Бизнинг Галактикамиз.	.	.	.	.	.	.	.	.
99 §	Галактиканинг актив ядроси.	.	.	.	.	.	.	.	.
100 §	Галактикаларнинг ўлчамини аниқлаш.	.	.	.	.	.	.	.	.
101 §	Қизилга силжиш ва коинотнинг кенгайиши.	.	.	.	.	.	.	.	.

I боб. АСТРОНОМИЯ ФАНИГА КИРИШ

1 §. Астрономия предмети ва унинг аҳамияти.

Астрономия-юнонча икки сўз: “астрон” - ёритгич ва “номос” қонун сўзларидан олинган бўлиб, космик жисмлар ва системаларнинг пайдо бўлиши, тараққиёти, тузилиши, кўринма ҳамда ҳақиқий ҳаракатлари, кимёвий таркиби, физик табиати, коинотни кузатиш мумкин бўлган қисмининг тузилиши ҳақидаги фан.

Астрономияни осмон жисмлари ҳақидаги фан деб таърифлаш эскирган. Бунда фалсафа ва табиатшуносликнинг тараққиётига реакцион роль ўйнаган ғоя – Ер ва осмонни қарама-қарши қилиб қўйиш ғояси сақланган. Ер – Қуёш системаси сайёраларидан бири. Астрономия юлдузларни, сайёралар ва уларнинг йўлдошларини, чанг ва газ туманликларини, сайёралараро ва юлдузлараро муҳитни, сунъий коинот жисмларини (вазиятлари, ҳаракатлари, орбиталарини) ўрганади. Астрономия энг қадимги фанлардан бири бўлиб, у инсоннинг амалий эҳтиёжлари асосида юзага келади ва шу эҳтиёжлар билан бирга ривожланади. Бошланғич астрономик маълумотлар бундан 4 минг йиллар аввал Вавилон, Миср ва Хитойда маълум бўлиб, улардан шу мамлакат халқлари вақтни ўлчаш ва уфқ томонларини аниқлашда фойдаланганлар. Ҳозирги вақтда ҳам астрономиядан аниқ вақтни ва географик координаталарни аниқлашда (денгизда сузишда, тайёрашуносликда, коинотшуносликда, геодезияда, хариташуносликда) фойдаланилади.

2 §. Астрономия ривожининг қисқача тарихи.

Астрономия ҳам бошқа барча фанлар сингари жамиятнинг амалий эҳтиёжлари асосида вужудга келган.

Астрономиянинг куртаклари Бобил, Миср, Марказий Осиё, Хитой, Ҳиндистон каби мамлакатларда бундан бир неча минг йил аввал мавжуд бўлган. Қадимги Юнон астрономлари кузатишлар билан бир қаторда, кузатилган астрономик ҳодисаларнинг келиб чиқиш сабабларини тушунтиришга ҳам ҳаракат қилганлар. Хусусан, Пифагор Ернинг шарсимон шаклда эканлигини айтиб ўтган.

Аристотел эса “Оламни марказида ҳаракатсиз Ер жойлашган”, деган геоцентрик системага асос солган. Александриялик Эратосфен милoddан аввалги учинчи асрда биринчилардан бўлиб, Ер меридиани ёйини ва кейинчалик шу асосда планетамизнинг радиусини ўлчади. Машхур грек олими ва файласуфи Гиппарх юзлаб юлдузларнинг координаталарини ўзида акс эттирган биринчи юлдузлар жадвалини тузди. Эрамининг иккинчи асрида, машхур юнон астрономи Клавдий Птолемей “Мегале синтаксис” номли асарида юнон астрономияси ютуқларини умумлаштириб планеталарнинг кўринмасиртмоқсимон ҳаракатларини тушунтира оладиган ва асосида Аристотел ва Гиппархларнинг геоцентрик назарияси ётган, олам тузилиши ҳақидаги янги таълимотини яратди.

Бу таълимотга кўра, ўша пайтда маълум бўлган бешта сайёра эпецикл дейилувчи айланалар бўйлаб, мазкур эпециклларнинг маркази эса, ер атрофида деферент дейилувчи катта айлана бўйлаб айланади. Гарчи геоцентрик бу назария олам тузилишининг ҳақиқий манзарасини акс эттирмаган бўлсада, бироқ бу салкам ўн беш аср давомида тан олиниб келинди.

IX-XV асрларда, Яқин ва Ўрта Шарқ ҳамда Марказий Осиё мамлакатларида йирик астрономик расадхоналар куриб ишга туширилди. Уларда Ал-Баттоний, Ал-Фарғоний, Ал-Хоразмий, Абдурахмон ас-Суфий ва Ибн Юнус каби машҳур аждод олимларимиз ижод қилдилар.

Хусусан, Ал-Баттоний юнон астрономияси эришган ютуқларни умумлаштириб, ой ҳаракатига доир баъзи маълумотларни аниқлади. Ал-Фарғоний ёзган “Астрономия асослари” номли асари ўша давр учун астрономиядан ўзига хос энциклопедия хизматини ўтади. Ой ва унинг ҳаракатлари тўғрисидаги кашфиётлари, Ер меридиани узунлигини ўлчаш бўйича ишлари билан Абу ал-Вофа дунёга танилди. X-XI асрда яшаб ижод этган машҳур ўзбек алломаси Абу Райҳон Берунийнинг астрономияга оид 40 дан ортиқ асари бизгача етиб келган. Олимнинг “Хронология” асарида Европа ва Осиёдаги деярли барча халқларнинг турли даврлардаги тақвим (календар) тизимлари батафсил баён қилинган бўлиб, уларда бу тақвимларнинг асослари ва биридан иккинчисига ўтиш усуллари баён қилинган.

Берунийнинг “Геодезия”, “Қонуни масъудий” ва “Юлдузлар илми” асари тўлалигича астрономияга бағишланган бўлиб, уларда куёш, ой ва сайёраларнинг ҳаракатларига оид кўплаб маълумотлар, ер доирасини ўлчашнинг ўша замонда маълум бўлган бир неча усуллари келтирилган. Берунийнинг издоши Умар Ҳайём ҳам коинот ҳақида бир қатор фалсафий фикрлар билдириб, ниҳоятда катта аниқликка эга бўлган куёш календарини ишлаб чиққан. XV асрда шарқ астрономиясининг яна бир буюк намоёндаси Мирзо Улуғбек Самарқандда дунёда энг йирик астрономик расадхонасини ишга туширди. Расадхонанинг бир неча ўн йиллик фаолияти давомида Қозизода Румий, Ғиёсиддин Жамшид Қоший ва Али Қушчи каби таниқли олимлардан иборат астрономия мактаби шаклланди.

Астрономиянинг кейинги равнақи Европада бир қатор олимларнинг астрономия соҳасидаги фундаментал кашфиётлари билан боғлиқ. Бу борада Польшалик астроном Н. Коперник (1474-1543) италиялик Ж. Бруно (1548-1600) ва Г.Галилей (1563-1642), немис Иоганн Кеплер (1572-1630) ҳамда инглиз олими И. Ньютон (1643-1727) ларнинг ижодий фаолиятлари айниқса баракали бўлди. XVI асрдан XX асрнинг бошларигача табиатшунослик йўналиши бўйича қилинган асосий кашфиётлар ва қонуниятларнинг аксарияти юқоридаги олимларнинг номлари билан боғлиқ. Шунингдек, бу даврда таниқли олимлардан О.К. Рёмер, Е.Голлен, В.У.Струве, Ф.Б.Бессел ва бошқаларнинг астрономия фанининг ривожлантиришдаги хизматлари юксак баҳоланади. XX асрнинг ўрталарида спектрал анализнинг кашф этилиши ва астрономияда фотографиянинг қўлланилиши натижасида астрономиянинг янги уфқлари очилди. Бу осмон jismlарининг физик табиатларини ўрганиш билан шуғулланадиган янги фан астрофизикага асос солди.

3 §. Астрономиянинг асосий бўлимлари

Давр ўтиши билан астрономиянинг амалий аҳамияти янада ортиди ва бутун табиатшунослик тарақиётига таъсири кенгайди. Астрономия бир неча бўлимларга бўлинди: 1) *Астрометрия* (“астрон”... ва юнонча “метрио” ўлчайман) –астрономиянинг энг қадимий бўлими. У осмон жисмлари вазиятларини аниқлаш, улар орасидаги бурчакларни ўлчаш ва ер юзидаги географик координаталарни ҳамда азимутни белгилаш, аниқ вақтни ўлчаш, осмон жисмлари диаметрларини ва улар сиртидаги деталларнинг ўзаро узоқлигини аниқлаш каби масалаларни ўз ичига олади. 2) *Осмон механикаси*. Бутун олам тортишиши таъсирида коинот жисмларининг ҳақиқий ҳаракатларини ўрганади ва Ер сиртида бўладиган кўтарилиш ва пасайиш қонуниятларини ўрганади. 3) *Астрофизика* – астрономиянинг космик жисмлар ва юлдузлараро муҳитнинг физик табиатини, кимёвий таркибини ҳамда уларда бўладиган жараёнларни ўзгариши билан шуғулланувчи бўлимидир.

Астрофизика назарий ва амалий қисмлардан иборат. Амалий астрофизика коинот жисмлари ва юлдузлараро муҳитни тадбиқ этиш усул ва асбобларини ишлаб чиқариш билан шуғулланади. Назарий астрофизика коинот объектларининг тузилиши, нурланиши ва тараққиётини ўрганади. Тадқиқот усулларига кўра у астрофотометрия, астроспектроскопия, радиоастрономия, Қуёш ва юлдузлар физикаси, туманлиқлар ва юлдузлараро муҳит физикаси, кометалар физикаси ва ҳокозоларга бўлинади. 4) *Космогония* - коинот жисмлари ва уларнинг системасининг пайдо бўлиши ва ривожланиш муаммоларини ўрганади. 5) *Космология* – коинотнинг умумий қонуниятларини ўрганадиган бўлиmdir. Космология ва космогония бўлимлари талабаларда материалистик дунёқарашни ривожлантиради.

4 §. Астрономиянинг бошқа фанлар билан алоқадорлиги

Замонавий астрономия физика, математика, химия, биология, география ва гуманитар фанлар билан узвий боғланган бўлиб, бошқа фанлар ютуқларидан фойдаланади ва ўз навбатида уларни ҳам бойитади. Бошқа фанлар олдида янгидан-янги вазифалар қўйиши билан уларнинг тараққиётини кучайтиради.

Умуман астрономия табиатшунослик фанларининг ҳаммаси билан ҳам узвий боғланган бўлиб, биз қуйида астрономиянинг ҳар бир фан билан боғлиқлигини алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

а) Астрономиянинг физика билан боғлиқлиги. Астрономиянинг физика билан боғлиқлиги, айниқса астрономия курсининг астрофизика бўлимини ўтишда яққол сезилади. Физика фанидан олинган билимларни мана шу бўлимда аҳамияти каттадир. Масалан, осмон жисмларининг магнит майдонида ва гравитацион майдонда ҳаракати, жисмларнинг физик ҳолатини молекуляр–кинетик назария асосида тушунтириш, нурланиш жараёнлари, иссиқлик тарқалиши ва атом ядросининг емирилиши ва синтез ҳолларини тушунтириш физика билимларисиз қийинчилик туғдиради. Юлдузларнинг газсимон жисмлар эканлиги маълум. Уларнинг нурий спектрларини олиш билан

юлдузларнинг таркиби, температураси аниқланади. Қуёш нурларининг тарқалишида “Оптика” билимларига асосланмасликнинг иложи йўқ, албатта. Планеталар ҳаракатида эса кинематика ва динамика қонуниятларига таянмаслик мумкин эмас. Ньютоннинг бутун олам тортишиш қонунидан олинган билимлар Нептуннинг очилишига сабаб бўлган эди.

XIX-асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб астрофизика астрономия билан физикани боғловчи фан сифатида дунёга келди. Астрономияда фотография, фотометрия, ва айниқса, спектрал анализнинг пайдо бўлиши астрофизикани жадал ривожлантиришга имкон берди. Ой сирти, планеталар, Қуёш шунингдек Сомон йўли ва туманликларнинг тузилишини ўрганишга бағишланган астрофизикага оид қатор тадқиқотлар астрономик кузатишларда телескоп тадбиқ қилинганидан сўнг бажарилди.

Астрофизика юлдуз астрономияси, геофизика, космогония ва космология билан чамбарчас боғлиқ. Шунингдек, астрофизик кузатишлар физиканинг турли муаммоларини ҳам ҳал қилишга ёрдам беради. Масалан, коинот объектларини кузатиш ҳозирча лабораторияда олиб бўлмайдиган физик жараёнларни очишга имкон беради. Материянинг ўта зич ҳолати (1 см куб ҳажмда бир неча 10 минг граммдан тортиб то миллион граммгача бўлган ҳолати), оқ карликлар деб аталувчи махсус юлдузлар синфини кузатиш туфайли аниқланди. Коинотнинг ғоят катта қисмини кузатиш мумкинлиги назарий физиканинг жуда кўп хулосаларини амалда текширишга асосланиб, умумий нисбийлик назариясининг тўғри эканлигини аниқлади.

Сунъий йўлдош ва коинот, ракета­ларни учираш ўзлаштирилгандан кейин астрофизика тараққиётида катта имкониятлар очилди. Махсус аппаратлар билан жиҳозланган сунъий йўлдош ва космик ракета­лар ёрдамида спектрнинг ихтиёрий қисмини кузатиб бориш мумкин бўлди. Янги имкониятлар астрофизикада янги ва истикболли йўналишнинг пайдо бўлишига олиб келди. Уларнинг қаторига рентген астрономия, гамма астрономия, космик нурлар астрономияси ва бошқалар киради. Уларнинг баъзиларида сезиларли ютуқларга эришилди. Масалан, рентген нурларида Қуёшнинг тасвири олинди. Кейинги йилларда осмонда рентген нурларининг 10 га яқин дискрет манбалари топилди. Улардан бири Савр юлдуз туркумида жойлашган Қисқичбақасимон туманликнинг марказий қисми эканлиги аниқланди. Бу туманлик 1054 йилда ўта янги юлдузнинг портлаши натижасида пайдо бўлганлиги аниқланди.

б) Астрономиянинг математика фани билан боғлиқлиги. Астрономиянинг математика билан боғлиқлиги тўғрисида фикр юритсак, Қуёш системаси сайёраларининг ўлчамлари, уларгача бўлган масофаларни топиш, Ернинг радиуси ёки ўлчамини топиш сайёралараро учадиган ракета­ларнинг траекторияларини аниқлаш каби­лар математик ҳисоблашлардан топилади.

Осмон сферасида юлдузларнинг ўрнини топиш, координаталарини аниқлаш, тригонометрик функцияларнинг кичик бурчак қийматларини, шу бурчак қийматлари билан алмаштириш, бурчакларни радианларда ўлчаш математик билимларга асосланади. Юлдуз катталикларининг шкаласини билиш, биринчи юлдуз катталигидан иккинчи юлдуз катталигини фарқи 2,512 мартагача фарқланишини логарифмик шкалани билмасдан чиқариш мумкин

эмас. Космик аппаратларнинг учирилиши, Ойга ва сайёраларга учиш ЭҲМсиз бажариш қийин бўлган муаммодир. Математика фанисиз астрономияни ўрганиш ва ривожлантириш мумкин эмас.

в) Астрономиянинг химия билан боғлиқлиги. Астрономияни химия фанисиз тасаввур қилиш мумкин эмас. Сайёралар атмосферасининг, юлдузларнинг ички тузилиши, осмон жисмларининг эволюциясини билишни кимёвий билимларсиз тасаввур қилиш қийин. Бундан 30 йил муқаддам юлдузлараро бўшлиқда гидрооксил ОН кимёвий бирикмалар очилди. Ҳозирги пайтда эса шу бўшлиқда 30 дан ортиқ ҳар бирида 9 тадан атомга эга молекулалар аниқланди.

Ой, Марс ва Венерадан олиб келинган тупроқлар таркибини ўрганиш, Ер ва бошқа осмон жисмларининг таркиби бир хил эканлигини кўрсатди. Айрим галактикаларда водород ва гелийни борлиги, аммо оғир элементларни йўқ эканлиги маълум бўлди. Бу эса галактикалар ёши тўғрисида маълумот беради. Кометаларни Қуёш яқинига келиши пайтида, улар буғланиб дум ҳосил қилиши ва бу дум таркибининг химик хусусиятларини ўрганиш, коинот таркибидаги жисмларни ўрганиш ёки Қуёш системасининг таркибини билишга олиб келади.

г) Астрономиянинг биология билан боғлиқлиги. Астрономиянинг биология фани билан ҳам боғлиқлик томони бор. Биологияни билиш, Ердаги тирик организмни билишга, уларнинг эволюциясини ўрганишга ва табиатни муҳофаза қилишга чақиради. Қуёш системасининг космогонияси, Ерда ҳаётнинг келиб чиқиши ҳақидаги элементар гипотезалар биология курсида ўргатилади.

Ердаги ўсимликлар табиатини ўрганиш, астрономик ҳодисаларни ўсимликлар сезишини кўрсатади. Ҳисор тоғидаги Эрдара арчазорида (денгиз сатҳидан 3500 метр баландликда) 810 ёшли арча дарахти бор. Табиатшунос олим Е.Максимов шу арча танасини тадқиқ қилиб, ҳайратланарли воқеани аниқлади. Бу дарахт танасининг доиравий чизикларида учта ўта янги юлдузлардаги улкан портлашлар қайд қилинган экан. 1572 йилда бўлган Тихо Браге, 1604 йилдаги Кеплер ва 1700 йилда Кассиопей-А юлдузларида бўлган портлашлар арча танасида ўз таъсирини қолдирибди. Ҳар бир самовий портлаш арчанинг ривожланишига роппа-роса 15 йилга салбий таъсир кўрсатган.

Ернинг ёши беш миллиард йилга тенг дейишади. Олимларнинг айтишича инсониятнинг онгли ҳаёти 800 минг йиллар чамаланади. Қаранг-а! Ерда энг оз муддат меҳмон бўлиб турган мавжудот инсон экан. Шунинг учун ҳам инсонлар Ер экологиясини бузмаслиги керак. Она Еримизнинг тупроғи, суви ва ҳавосини турли хил газлар ва кимёвий моддалар билан бузилишига йўл қўймай, кўз қорачиғимиздай авайлашимиз керак.

д) Астрономиянинг география билан боғлиқлиги. География фани учун Ер асосий манба бўлиб хизмат қилади. Ернинг ўлчамлари ва шаклини астрономик кузатишлар натижасида топилади. Ер Қуёш атрофида айланиши даврида ўз ўқи йўналишини ўзгартирмаслиги Ерда фаслларнинг алмашинувида олиб келади. Ернинг табиатини эса география ўргатади. Ердаги қитъаларнинг силжиши, Ер сиртининг географик хариталарини тузиш ва шаҳарларнинг координаталарини аниқлашда осмон жисмларини кузатиш асосий роль

ўйнайди. Ернинг умумий шаклини аниқлашда коинот аппаратлари ёрдамида олинган мулоҳазалар, ердаги суюқликлар ҳамда Ер қобиғини кўтарилиш ва пасайишларини ўрганиш астрономияни география фани билан чамбарчас боғлайди.

е) Астрономиянинг гуманитар фанлар билан боғлиқлиги. Астрономия фанининг гуманитар фанлар билан ҳам алоқадорлиги бор. Филологларнинг асарларида юлдуз туркумларининг тасвирлари берилган. Масалан, юнон шоири Арат (315-240) милoddан олдинги III асрда юлдуз туркумларининг конфигурациялари ва вазиятини поэтик формада тасвирлаб берган. Евдокснинг маълумотига кўра, Аратнинг “Phaenomena” асари александриялик астрономлар ичида кенг тарқалган. Ундан Гиппарх ва Птолемей юлдузлар жадвалини тузишда фойдаланган.

Юнон филологи Гомернинг милoddан минг йиллар олдин ёзган “Одиссея” поэмасида шундай сатрлар бор:

*Одиссея шодон, елканларни шайлади йўлдош шамолларга,
Ишонч билан сузди олға: Дарға ўрнида қудратли қўлларла.
Рўлни бошқарди, сергакланди у, уйқу қочган,
Кўзлари қадалди: Ҳулкарга, саҳар пайти.
Денгиз узра кўринган Саврга, Айиққа инсонлар орасида
Шундай номланган ва ҳамшиша Орионга гирдикапалак
Бироқ Океан сувларига қиё боқмаган Файтунга.*

(V кўшиқ, 269-278 бетлар, М: ГИХЛ, 1959). Бу сатрлар шундан далолат берадики, камида бундан уч минг йиллар олдин инсонлар Ҳулкар, Савр, Айиқ ва Орион юлдуз туркумларини билишган. Демак, Гомернинг “Одиссея” поэмасидан биз астрономиянинг тарихини уч минг йилдан кам эмас эканлигини билиб оламиз.

II боб. СФЕРИК ВА АМАЛИЙ АСТРОНОМИЯ АСОСЛАРИ

5 § Юлдузлар осмони, юлдуз туркумлари

Ҳаво очиқ тунлари ой нури халақит қилмаган пайтда осмон гумбазига қараган инсон, сон-саноксиз юлдузларнинг жилваниб туришига маҳлиё бўлиб қолади. Ҳар хил ёруғликда кўринаётган юлдузлар орасида айримлари қандайдир шаклларни ифодалагандек туюлади кўзимизга.

Айрим геометрик фигураларни ифодаловчи юлдузлар соҳаси юлдуз туркумлари дейилади. Юлдуз туркумларига ном бериш туркумлардаги ёруғ юлдузларни ўзаро туташтиришдан ҳосил бўладиган шаклларга боғлиқ.

Юлдуз туркумларини биринчилар қаторида чўпонлар, овчилар ва саёҳатчилар очишган. Шунинг учун ҳам уларнинг кўпчилиги буюмлар, ҳайвонлар, судралиб юрувчилар ва паррандалар номидадир. Кейинчалик юнонча номлар аҳамият касб эта борган. Бу номлар ҳозирги фанда ҳам асос қилиб олинган. Юнонча номлар бой юнон-рим мифологиясига асосланган. Шунинг учун ҳам юлдуз туркумларига афсонавий қаҳрамонларнинг номлари Андромеда, Персей, Геркулес ва ҳоказолар билан бир қаторда жонсиз предметлар, паррандалар ва ҳайвонларнинг номлари: Курси, Учбурчак, Тарози, Бургут, Оққуш, Қарға, Айиқ, Арслон, Бузоқ кабилар ҳам берилган. Тарихий манбаларга назар ташласак, милoddан олдинги VI асргача фақат 36 та юлдуз туркуми маълум бўлган.

Милoddнинг II асрида, юнон астрономи К.Птолемейнинг “Альмагест” асарида юлдуз туркумларининг номи 48 тага етказилган. Осмонни юлдуз туркумига бўлиш бизга қанчалик қадимдан келган бўлсада ҳозирги вақтда ҳам ўз аҳамиятини йўқотгани йўқ. Қишлоқ хўжалиги ва савдо навигацияларининг ривожланиши, инсонларнинг китъалараро саёҳатлари натижасида яна 40 та юлдуз туркумлари очилди. Ҳозирги пайтга келиб юлдуз туркумларининг 88 та эканлиги Халқаро астрономик съездда (1922 й) тасдиқланган.

Юлдуз туркумларини ўрганиш уларни осмон гумбазида Ерга нисбатан уч зонада жойлашганлигини кўрсатди. Юлдуз туркумларининг гумбазда жойлашиши, агар оғиши $\delta = -35^{\circ}$ дан жанубда бўлса жанубий юлдуз туркумлари, агар оғиши $\delta = +35^{\circ}$ дан шимолда бўлса шимолий юлдуз туркумлари ва агар юлдуз туркумлари эклиптика айланаси зонасида бўлса Зоодиакал юлдуз туркумлари дейилади.

6 §. Юлдузлар осмонининг суткали айланиши

Ер ўз ўқи атрофида ғарбдан шарққа томон бир марта айланади. Лекин биз буни сезмаган ҳолда худди бизга осмон гумбази ой, Қуёш ва юлдузлар билан бирга шарқдан ғарбга томон бир суткада бир марта айлангандек туюлади. Мана шу кўринма ҳаракатни юлдузлар осмонининг суткали айланиши дейилади. Бу юлдузлар осмонининг суткали айланиши Ер ўқиға параллел ҳолда, кузатувчи бор жойдан ўтказилган ва олам ўқи деб номланган ўқ атрофида бўлади. Бу ўқ осмон гумбазининг икки нуқтасида олам қутбларида кесишади. Бу қутбларнинг

осмондаги вазиятини кузатишлардан аниқлаш осон: агар қутбда бирон юлдуз бўлганда, осмон гумбазининг айланма ҳаракати натижасида у жойидан силжимаган бўлар эди. Қутбларда бундай юлдуз йўқ, аммо улардан бири-шимолий қутб яқинида Кичик айиқ юлдуз туркумидаги энг ёруғ юлдуз жойлашган. Телескопсиз қаралганда у ёруғ юлдуз доимо бир жойда тургандек кўринади. Қутб юлдузи деб аталадиган бу юлдуз тахминан олам шимолий қутбининг ўрнини кўрсатади. Шимолий қутбга қарама-қарши жойлашган жанубий қутбда, қутб ўрнини кўрсатиш учун Жанубий Бут юлдуз туркумининг ёруғ юлдузидан фойдаланилади. У юлдуз шимолий ярим шардаги кузатувчига кўринмайди.

Юлдузлар ўзларининг суткалик айланма ҳаракатларида турли катталиклардаги айланалар чизади: юлдуз қанчалик қутбга яқин бўлса, унинг чизган айланаси шунча кичик бўлади. Ҳамма ёритгичларнинг суткали айланалари ўзаро параллелдир: улар суткали параллеллар дейилади.

7 §. Осмон сфераси ҳақида тушунча

Ер юзининг қайси жойида бўлмайлик, бизнинг устимизда осмон гумбази сферанинг ярмидек бўлиб, шарсимон ҳолатда ўраб тургандек кўринади.

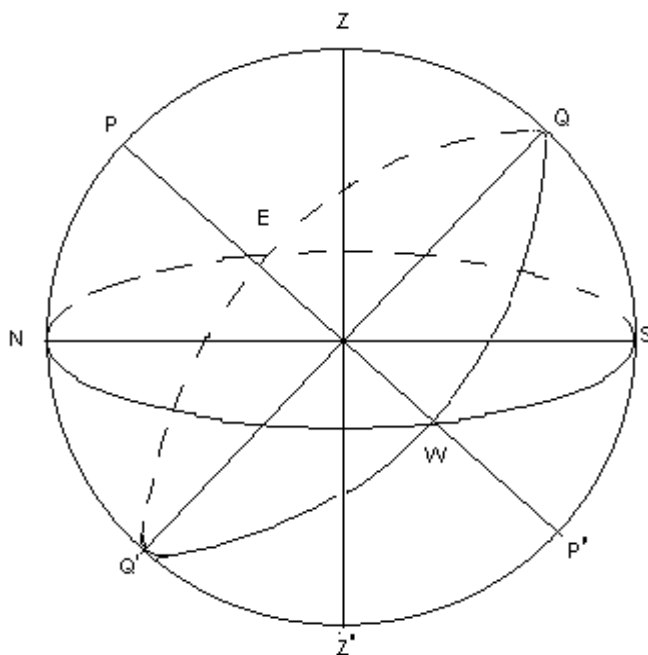
Осмоннинг шарсимон бўлиб кўринишига сабаб, биз осмон ёритгичларидан қайсилари яқинроқ ва қайсилари узоқроқ эканлигини ажрата олмаслигимиздир. Шунинг учун ҳам биз ҳамма ёритгичларни бир хил узоқликда қаттиқ сферанинг ички юзида маҳкам жойлашгандек деб тасаввур қиламиз. Ҳеч қандай қаттиқ сферанинг йўқлиги ва ёритгичларнинг ҳар хил узоқликда эканлиги бизга кўп вақтлардан маълум. Шундай бўлса ҳам бу хаёлий сферани фан осмон ёритгичларининг кўринма ҳаракатини кўрсатиш учун ёрдамчи восита сифатида сақлаб қолган. Бу сферада нукталар ва чизиқлар белгиланиб, уларга нисбатан осмон ёритгичларининг вазиятлари аниқланади.

8 §. Осмон сферасидаги асосий нукталар, чизиқлар ва айланалар.

Осмон ёритгичларининг кўринма ҳолатини ўлчаш учун хизмат қиладиган, ихтиёрий радиусда тасаввур қиладиган шарсимон юза осмон сфераси дейилади.

Осмон сферасининг марказида кузатувчи жойлашган бўлиб, унинг кўзидан ёритгич томонга ўтказилган чизиқ, сфера ёритгичининг проекциясини беради.

Осмон сферасининг асосий нукталари, чизиқ ва айланалари 1-расмда кўрсатилган.



1-расм. Осмон сферасининг асосий нуқталари, чизиқлари ва айланалари.

Осмон сферасининг асосий нуқталари: Z - зенит – кузатувчидан оғирлик кучи йўналишида ўтказилган вертикал ёки шоқул чизиқнинг осмон сфераси билан учрашган нуқтаси; Z'- надир – зенитга қарама-қарши бўлган нуқта; P – оламнинг Шимолий қутби нуқтаси; P' – оламнинг Жанубий қутби нуқтаси; N – горизонтнинг шимол томонини билдирувчи нуқта; S – Жануб томонни билдирувчи нуқта; E – Шарқ томонни билдирувчи нуқта; W – Ғарб томонни билдирувчи нуқта;

Осмон сферасининг асосий чизиқлари: ZZ' – вертикал ёки шоқул чизиғи; P P' – олам ўқи чизиғи. Шимолий қутб томондан қаралганда осмон сфераси шу ўқ атрофида соат стрелкаси йўналишида кўринма айланма ҳаракатда бўлади. NS – туш вақти чизиғи; Шимол ва Жануб нуқталари шу чизиқнинг осмон сфераси билан учрашган нуқталаридир.

Осмон сферасининг асосий айланалари: PZQ'SP'Z'QNP – осмон меридиани айланаси. Ҳар бир ёритгич ўзининг суткалик кўринма айланма ҳаракати бу меридиандан икки марта ўтади; 1) Қутбга нисбатан жануб томонда, ёритгич энг баланд (юқори кульминация) ҳолатини олади. 2) Қутбга нисбатан шимол томонда, ёритгич энг паст (қуйи кульминация) ҳолатини олади. QWQ'E – олам экватори айланаси бўлиб, у нуқталари олам қутбларидан бир хил узоқликда жойлашган катта айланадир. Бу айлананинг юзаси олам экватори текслигини ҳосил қилади. NESWN – математик горизонт айланаси, бу айлана юзаси математик горизонт текислиги дейилиб, у кузатувчи кўзидан ўтган вертикал чизиққа тик ўтказилган текисликдир. Математик горизонтни кўринма горизонт ёки физик горизонтдан фарқи бор. Физик горизонт “Осмоннинг Ер билан тегишган” чизиғидир. У қуруқликда нотўғри чизиқ шаклида бўлиб, унинг айрим нуқталари математик горизонтдан юқорида ёки пастда бўлади.

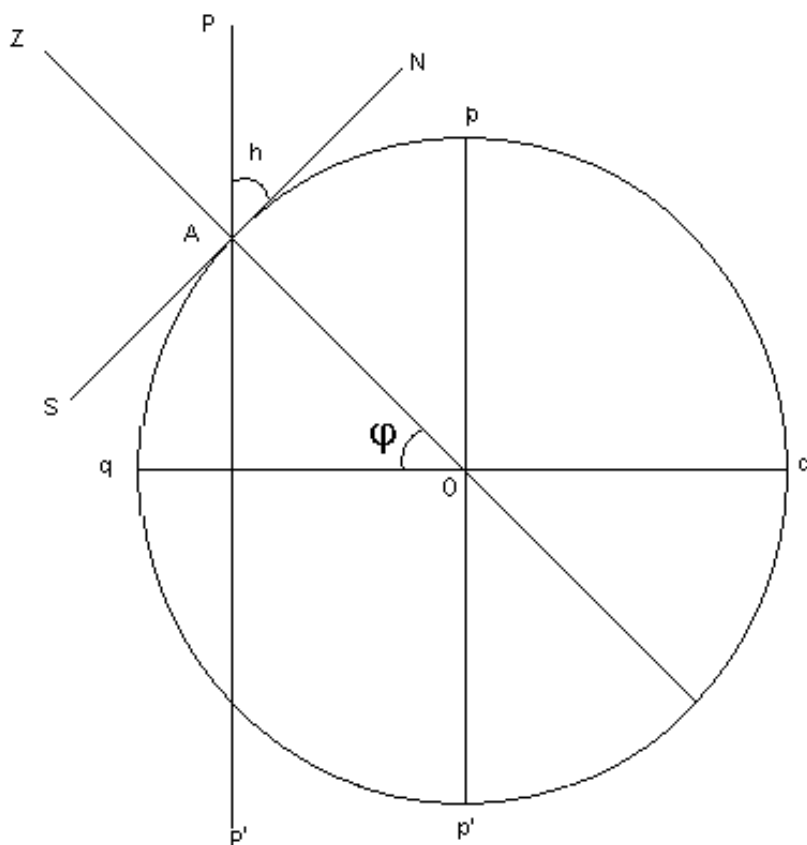
9 §. Олам ўқининг математик горизонтга нисбатан жойлашиш тўғрисидаги теорема.

Ер юзининг ҳар бир нуқтасида, олам қутбининг математик горизонтдан баландлиги жойнинг географик кенглигига тенгдир.

Бу теореманинг исботи 2-расмда аниқ кўриниб турибди.

Расмда Ер айлана шаклда тасвирланган pqr' - ярим айлана Ер меридиани, pp' – Ер ўқи, qq' – Ер экватори, SN – математик горизонт, PA – Олам ўқи йўналиши, ZA - шоқул чизиғи йўналиши, $\angle PAN=h$ – Олам ўқининг математик горизонтдан баландлиги; $\angle AOq=\varphi'$ – кузатувчининг географик кенглиги.

Шаклдан кўриниб турибдики, $pp' \perp PA$ ва $OZ \perp SN$ ёки PAN ва AOq бурчакларнинг томонлари бир бирига перпендикулярдир. Шунинг учун ҳам $\angle PAN = \angle AOq$ ёки $h=\varphi$.



2-расм

10 §. Осмон сферасидаги координата системалари.

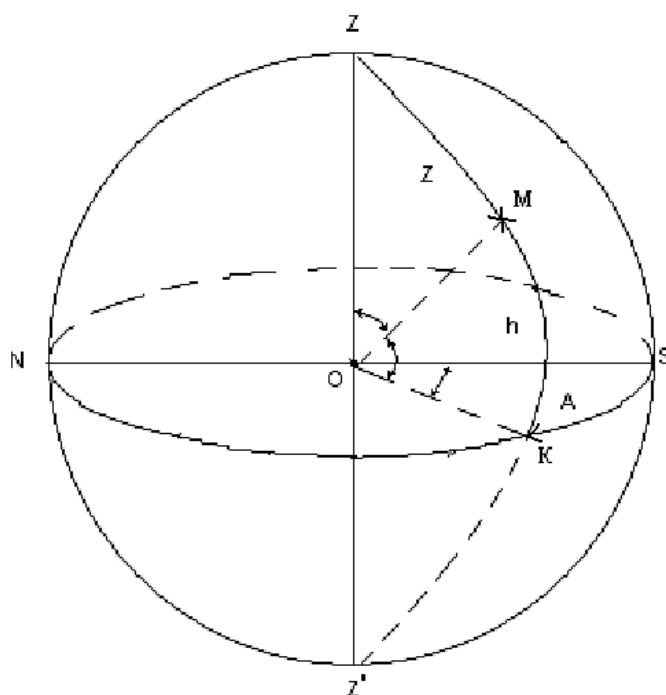
Осмон сферасидаги нуқталар ўрнини аниқлайдиган сонларни шу нуқтанинг координаталари дейилади. Сферадаги ҳар бир объектнинг координаталарини аниқлашни ҳар хил системалари бор бўлиб, булар горизонтал, эваториал, эклиптикал ва галактик координаталар системаларидир. Бу системалар бир-биридан асосий текислик ва асосий йўналишни танланиши

ва олдиға қўйилган вазифалари билан фарқланади. Баъзи масалаларда маълум бир системани, баъзиларида эса иккинчи бир системани ишланиши мақсадга мувофиқдир. Кузатишлар фақат осмон ёритгичларига бўлган йўналишларни белгилагани учун осмон сферасидаги нуқталарнинг ўрнини икки координата билан тўла аниқланади.

11 §. Горизонтал координаталар системаси.

Бу координаталар системасида асосий текислик математик горизонт текислиги ва асосий йўналиш шоқул чизиғи йўналиши олинади (3-расм).

М ёритгичнинг сферадаги ўрнини аниқлаш учун сфера марказида турган кузатувчининг зенити Z нуқтасидан ёритгичга уринма ўтказилади.



3-расм. Координаталарнинг горизонтал системаси

Бу уринма математик горизонт билан K нуқтада учрашади. $SK=A$ – ёритгичнинг азимути; $KM=h$ – ёритгичнинг баландлиги, $ZM=z$ – ёритгичнинг зенит масофаси бўлади. M – ёритгичнинг осмон сферасидаги ўрнини иккита координата: баландлик (h) ва азимут (A) аниқлайди. Ёритгичнинг баландлиги $0^\circ \leq h \leq \pm 90^\circ$ оралиғида ўзгаради. Горизонтда $h=0^\circ$, зенитда $h=+90^\circ$ ва надирда $h=-90^\circ$ бўлади. $h+z=90^\circ$ тенглик ёрдамида ёритгичнинг зенит масофаси z ни топиш мумкин. Ёритгичнинг азимути $0^\circ \leq A \leq 360^\circ$ оралиғида ўзгаради. Бу азимут астрономик азимут дейилиб, S жанубий нуқтасида $A=0^\circ$ ва ғарбий йўналиш бўйича йўналиб, N шимолий нуқтада $A=180^\circ$ ва ҳокозо, ҳисобланади.

Бу координаталар системаси геодезияда ёритгичларнинг баландлигини аниқлаш билан кузатувчининг географик кенглиги топилади.

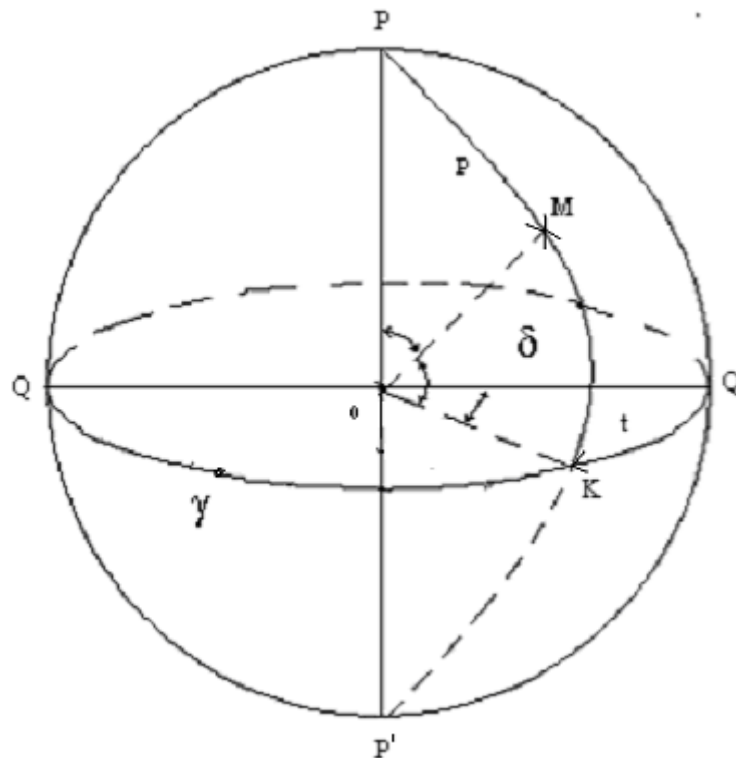
12 §. Экваториал координаталар системаси

Бу координаталар системасида ёритгичларнинг ўрнини аниқлаш учун асосий текислик осмон экватори текислиги ва асосий йўналиш қилиб олам ўқи йўналиши олинади. Ёритгичларнинг координаталарини танлашнинг икки хил усулидан фойдаланилади.

а) экваториал координаталарнинг биринчи системаси;

б) экваториал координаталарнинг иккинчи системаси.

Экваториал координаталарнинг биринчи системаси 4-расмда кўрсатилган.



4-расм. Экваториал координаталарнинг биринчи системаси.

Юлдуз M ва қутб орқали ўтказилган айлана оғиш айланаси ёки соат айланаси дейилади. Ёритгичнинг ўрни оғиш δ ва соат бурчаги t билан аниқланади.

Ёритгичнинг оғиши $0^\circ \leq \delta \leq \pm 90^\circ$ оралиғида ўзгаради. Оғиш $\delta = 0^\circ$ бўлганда ёритгич олам экваторида, $\delta = -90^\circ$ - оламнинг жанубий қутбида ва $\delta = +90^\circ$ - оламнинг шимолий қутбида бўлади. Баъзан оғиш ўрнида p - ёритгичнинг қутбдан бурчак узоклиги ишлатилади. Расмдан кўриниб турибдики $\delta + p = 90^\circ$.

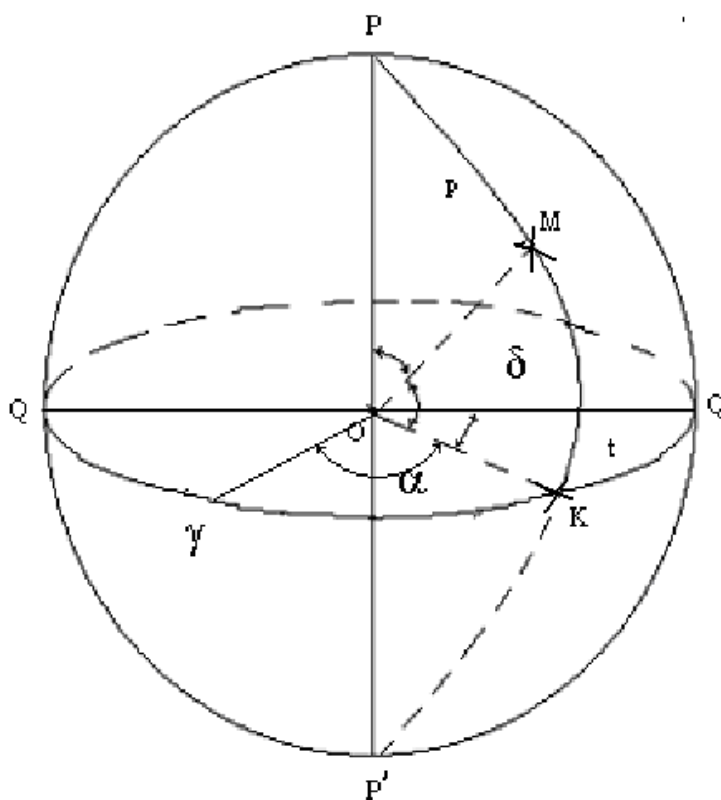
Юлдузнинг оғиш айланаси билан меридиан орасида қутбда ҳосил бўлган сферик бурчак соат бурчаги дейилиб, у $0^\circ \leq t \leq 360^\circ$ - оралиғида ўзгаради. Ўзгариш йўналиши жанубий меридиандан бошлаб ғарб томон йўналишида ҳисобланади.

Суткали айланиш туфайли бундай системада фақат соат бурчаги t бир текисда ўзгаради. Шунинг учун соат бурчакларини соат ўлчовида 0^h дан 24^h гача ифодалаш жуда қулайдир, чунки соат бурчакларининг ўзгариш миқдори бу ўзгаришга кетган вақтга тенгдир.

Экваториал координаталарнинг иккинчи системаси. Ёритгичларнинг координаталари, осмон сферасининг кўринма суткали айланишида ўзгармайдиган қийматларга эга бўлиши кузатувчи учун кўп қулайлик туғдиради. Бунинг учун илгариги системадаги иккинчи координатанинг санаши бошини осмон сферасининг суткали айланишида қатнашадиган қилиб олиш мақсадга мувофиқдир. Иккинчи координатани экватор ёйи билан ифодалаш қулай бўлганидан, ҳисоб бошланиш нуқтаси қилиб осмон экваторининг эклиптика айланаси билан учрашиш нуқтаси баҳорги тенг кунлик нуқтасини танланади. Бу нуқта γ белги (ҳарф эмас) билан белгиланади ва экваторнинг бошқа нуқталари сингари, осмон сферасининг суткали айланишида иштирок этади.

Бу системада ёритгичнинг биринчи координатаси оғиш δ ва иккинчи координатаси эса ёритгичнинг тўғри чиқиш α -деб юритилади (5-расм).

Ёритгичнинг тўғри чиқиши α ни баҳорги тенг кунлик нуқтаси γ дан бошлаб соат стрелкаси ҳаракатига тескари томонга, яъни Шарққа томон O^0 дан 360^0 гача ёки соат ўлчовида O^h дан 24^h ҳисобланади. Экваториал координаталарнинг иккинчи системаси юлдуз жадваллари тузишда ва аниқ вақтни аниқлашда ишлатиладиган системадир.



5 расм. Экваториал координаталарнинг иккинчи системаси

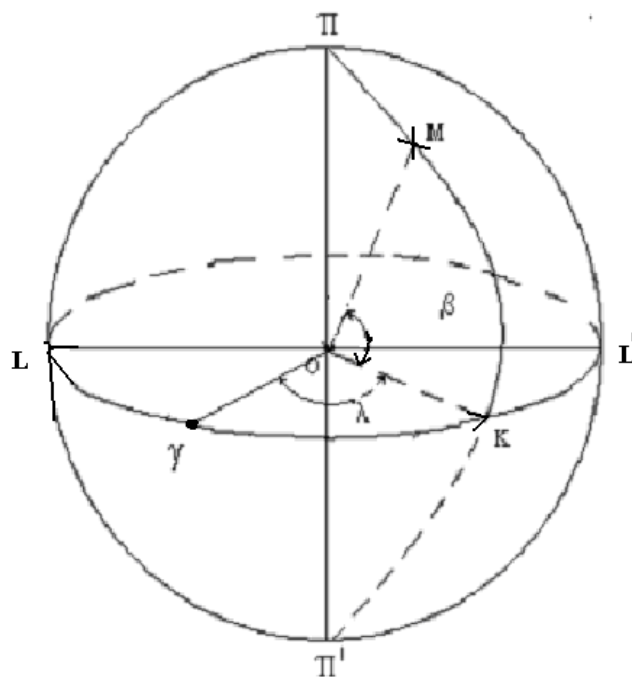
13 §. Эклиптикал координаталар системаси

Қадим замонлардаёқ Куёшнинг юлдузлар орасидаги йиллик кўринма йўли аниқланган. Бу йўл, осмон экваторига $23^0 27^1$ атрофидаги бурчак остида оғишган осмон сферасининг катта айланаси экани маълум бўлган ва унга

эклиптика деб ном берилган. Ой ва сайёралар ҳам, осмон сферасида юлдуз туркумлари бўйлаб ҳаракат қилганида эклиптика яқинидан четга чиқмай ҳаракатланади.

Шунинг учун бу ёруғликнинг ўринларини аниқлашда эклиптика энг қулай айланадир. Координаталарнинг эклиптикал системаси ана шундай вужудга келиб, тарихий жиҳатдан экваториал координаталар системасидан қадимийроқдир.

Эклиптикал координаталар системасида асосий текислик қилиб эклиптика текислиги ва асосий йўналиш қилиб эса сфера марказидан эклиптика текислигига тик ўтказилган йўналиш олинади (6-расм).



6-расм Эклиптикал координаталар системаси

π – эклиптиканинг шимолий қутби, π' – эклиптиканинг жанубий қутби, $\pi\pi'$ – эклиптика ўқи.

М ёритгич орқали эклиптика қутбларидан ўтган ва эклиптика текислигига тик бўлган айлана кенглик айланаси дейилади. Ёритгичнинг эклиптикадан узоқлиги унинг астрономик кенглиги β бўлиб, у кенглик айланаси бўйлаб $0^\circ \leq \beta \leq \pm 90^\circ$ оралиғида ўзгаради.

Астрономик кенглик эклиптика текислигида $\beta = 0^\circ$, эклиптиканинг шимолий қутбида $\beta = +90^\circ$ ва эклиптиканинг жанубий қутбида $\beta = -90^\circ$ қийматларгача ўзгаради. Ёритгичнинг кенглик айланаси билан баҳорги тенг кунлик нуқта орқали ўтувчи кенглик айланаси орасида эклиптика қутбида ҳосил бўлган сферик бурчак шу ёритгичнинг астрономик узунлиги λ дейилади.

Астрономик узунлик $0^\circ \leq \lambda \leq 360^\circ$ оралиғида ўзгаради. Унинг ўзгариши (шимолий ярим шардаги кузатувчи учун) баҳорги тенг кунлик нуқтасидан бошлаб соат стрелкаси йўналишига тескари йўналишда ҳисобланилади.

Бу координаталар системаси Қуёш системасидаги планеталарнинг координаталарини, майда планеталар астероидлар, кометалар, Ой ва Қуёш координаталарини ҳисоблаш учун қулайдир. Чунки Қуёш системаси аъзолари эклиптика текислигига яқин жойда ҳаракатланади.

14 §. Галактик координаталар системаси.

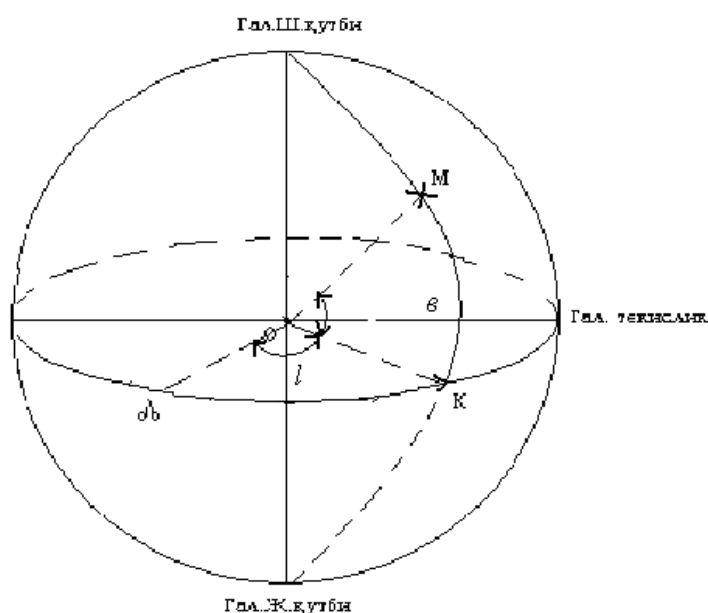
Бу координаталар системасида галактика текислиги асосий текислик деб қабул қилиниб, асосий йўналиш галактика текислигига тик йўналишда сфера марказидан ўтган йўналиш қабул қилинган.

Галактика (Сомон Йўлининг юнонча номи) сўзи қадимда фақат Сомон Йўлидаги юлдузлар оламини билдирган бўлса, ҳозирги пайтда галактика деганда, биз фазодаги юлдузлар тўпламини тушунамиз. Телескоплар орқали қаралганда оламда галактикалар сони жуда кўп эканлиги маълум бўлди.

Галактик координаталар системасида асосий текислик Сомон Йўли юлдузлар системаси орқали ўтган текисликдир.

Бизнинг Қуёш шу системанинг ичида, унинг ўрта текислигига яқин жойлашган бўлгани учун бу галактикани бизнинг галактикамиз деб юритилади.

Бу координаталар системасида асосан иккита: галактик узунлик l ва галактик кенглик b координаталари оламдаги галактикаларнинг ўрнини белгилайди (7-расм).



7-расм. Галактик координаталар системаси.

Галактик кенглик $0^\circ \leq b \leq \pm 90^\circ$ оралиғида ўзгаради. Галактика экваторида $b = 0^\circ$; галактика шимолий кутбида $b = +90^\circ$; ва жанубий кутбда $b = -90^\circ$ қийматларида ўзгаради. Галактик узоклик $0^\circ \leq l \leq 360^\circ$ оралиғида ўзгаради, Ω - астрономик белги галактика экваторининг олам экватори билан учрашиш нуктаси бўлиб, галактик узоклик шу нуктадан бошлаб соат стрелкаси йўналишига тескари йўналишда ҳисоб юритилади.

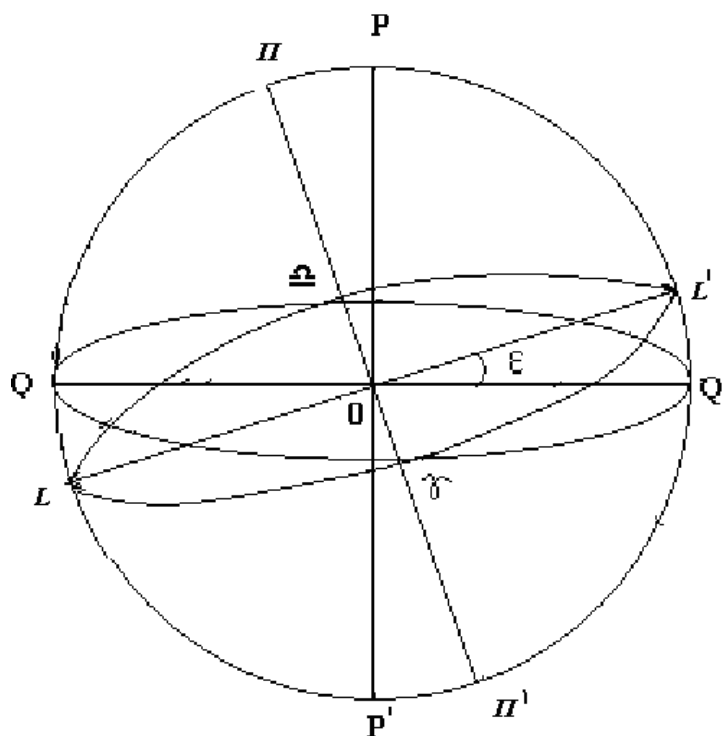
Галактиканинг Шимолий қутби Вероника Сочлари юлдуз туркумида жойлашган. Галактик координаталар системаси ёрдамида маҳаллий ва метогалактикадаги минглаб галактикаларнинг осмондаги ўрни белгиланилади.

15 §. Қуёшнинг йиллик кўринма ҳаракати ва йўли

Қуёш бошқа ёритгичлар билан бирга суткалик кўринма ҳаракатда бўлишидан ташқари, яна у йиллик кўринма ҳаракатга ҳам эга.

Қуёшнинг суткалик кўринма айланиши шарқдан-ғарбга томон бўлиб, у Ернинг ғарбдан-шарққа томон ҳақиқий суткалик айланишининг акси бўлса, Қуёшнинг йиллик кўринма ҳаракати ғарбдан-шарққа томон бўлиб, у Ернинг йил давомида Қуёш атрофида айланишидан ҳосил бўладиган ҳаракатдир.

Қадим замонлардаёқ Қуёшнинг юлдуз туркумлари орасидаги кўринма ҳаракатига эклиптика дейилган. Эклиптика айланаси текислиги олам экватори айланаси текислигига ε -бурчак остида жойлашган (8-расм).



8-расм Экватор ва эклиптика айланаси

$\gamma L' \cap L \gamma$ - эклиптика айланаси,

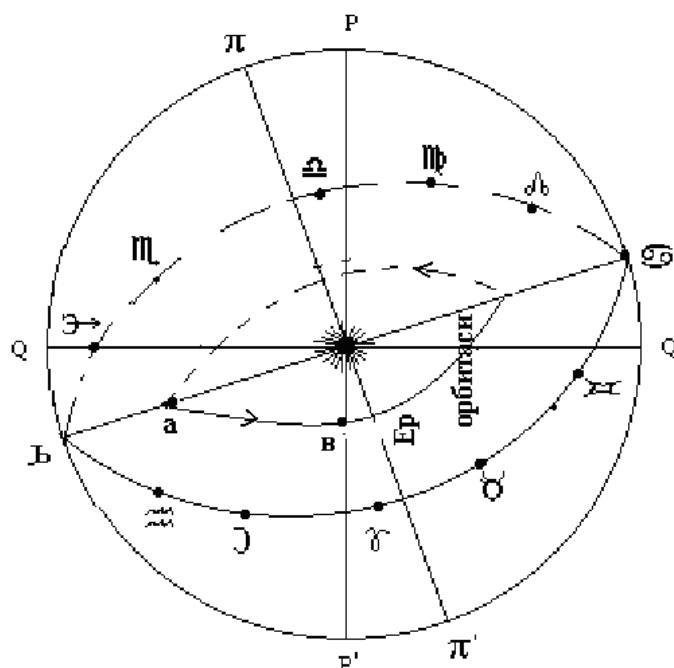
$\gamma Q' \cap Q \gamma$ - олам экватори айланаси.

Ер эклиптика айланаси бўйлаб соат стрелкасига қарама-қарши йўналишда ҳаракатланганлиги учун, биз Ер ҳаракатини сезмаган ҳолда Қуёш эклиптика айланаси бўйлаб ҳаракатланаяпти деб ўйлаймиз. Ҳақиқатан ҳам бизнинг кўзимизга Қуёш юлдуз туркумлариаро ҳаракатлангандек туюлади.

Осмон гумбазининг эклиптика текислигида 12 юлдуз туркуми жойлашган. Бу юлдуз туркумлари зоодиакал юлдуз туркумлари дейилади.

Чунки юлдуз туркумларининг кўпчилигининг номлари хайвонлар номидадир (“зоо”-хайвон демакдир).

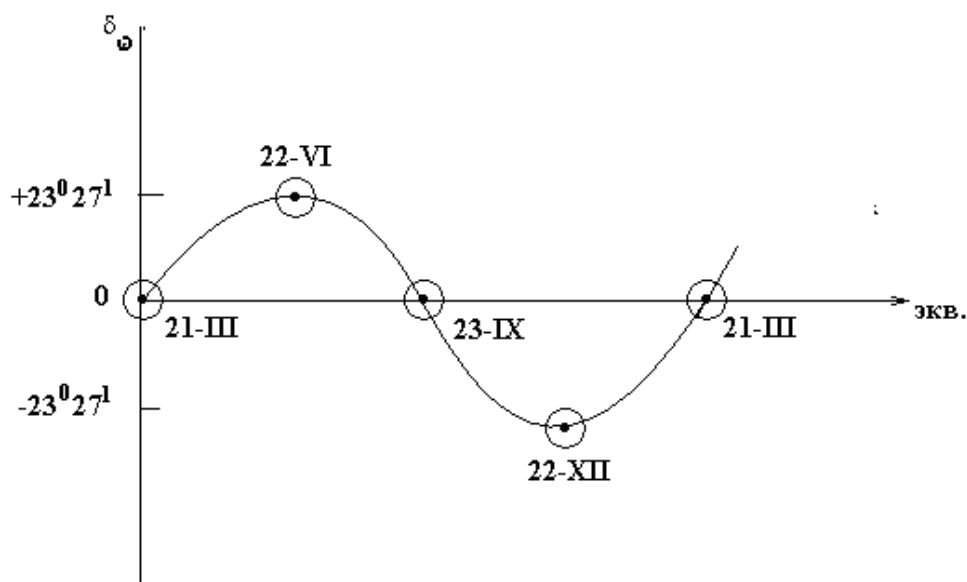
9-расмда зоодиакал юлдуз туркумларининг астрономик белгилари берилган.



9-расм. Қуёшнинг кўринма ҳаракати.Ернинг Қуёш атрофидаги ҳақиқий айланишнинг аксланишидир.

Ер, Қуёш атрофида худди расмда кўрсатилгандек ўз орбитаси бўйлаб бир йилда бир марта тўла айланиб чиқади. Аммо, кузатувчи бу ҳолни сезмайди ва унинг тасаввурида Қуёш бир йил давомида зоодиак юлдуз туркумларида ҳаракатланганидек туюлади. Масалан, Ер ўз орбитасининг (а) нуқтасида бўлса, шу вақтда кузатувчи Қуёшни Саратон (♈) юлдуз туркумида кўради. Агар Ер ўз орбитасининг (в) нуқтасида бўлса, кузатувчи Қуёшни Мезон (♊) юлдуз туркумида кўради ва ҳакозо. Бу воқеа йил давомида қайтариладиган ҳол бўлгани учун араблар бир йилда бўладиган 12 ой номини, Қуёш қайси юлдуз туркумида бўлса шу ном билан аташган. Масалан, Қуёш Қўзи юлдуз туркумида бўлса Ҳамал (Қўзи) оyi, Қуёш Бузоқ юлдуз туркумида бўлса, Савр (Бузоқ) оyi ва ҳакозо.

Қуёш ўзининг йиллик кўринма ҳаракатида экваторга нисбатан бир марта Шимол ва бир марта Жануб томонга ҳаракатланади. Унинг бу ҳаракатланиши Олам экваторининг (γ) ва (♊) нуқталарида кесиб ўтишига сабаб бўлади. Қуйида Қуёшнинг йиллик ҳаракати графиги берилган (10-расм).



10-расм

Расмдан кўриниб турибдики, Қуёшнинг тақрибий координаталари:

	α	δ
21-III	$0^0 (0^h)$	0^0
22-VI	$90^0 (6^h)$	$+23^0 27^1$
23-IX	$180^0 (12^h)$	0^0
22-XII	$270^0 (18^h)$	$-23^0 27^1$
21-III	$0^0 (0^h)$	0^0

тартибда ўзгаради. Ер Қуёш атрофида айланиш даврида, Ер ўқининг Олам ўкига $23^0 27^1$ бурчак остида жойлашганлиги туфайли Қуёш координаталари йил давомида жадвалда кўрсатилгандек ўзгариб туради. Бу эса Ер юзида йил фасллари келтириб чиқаради. Қуйида мусулмон мамлакатларида қўлланиладиган йил фасллари, ойлар ва уларнинг астрономик белгилари берилган.

Баҳор	Ёз	Куз	Қиш
Хут ☾	Жавзо ☿	Сумбула ♎	Қавс ♏
Ҳамал ♈	Саратон ♎	Мезон ♍	Жадди ♏
Савр ♈	Асад ♌	Ақраб ♏	Далв ♏

Бу мусулмон мамлакатларидаги ойлар номи объектив номлардир. Чунки она заминимиз – Ерга ҳаёт бағишловчи Қуёш ҳар ойда ой номи билан номланадиган юлдуз туркумида кўринма ҳаракатда бўлади.

Ер Қуёш атрофида эллипс шаклида ҳаракатланганидан ва Қуёш эллипснинг фокусида жойлашгани учун, Ер ўз орбитаси бўйлаб нотекис ҳаракатланади. Ер Қуёшдан узоқлашса орбита бўйлаб тезлиги секинлашади ва Қуёшга яқинлашган сари тезлиги ортиб боради. Шунинг оқибатида Қуёшнинг

юлдуз туркумлариаро кўринма ҳаракати ҳам нотекис бўлади. Биринчи ярим йил (баҳор ва ёз) 186 кунга тенг ва иккинчи ярим йил (куз ва қиш) эса фақат 179 кунга тенг бўлади. Бу эса Қуёшнинг баҳор ва ёздагига нисбатан куз ва қишда тезроқ ҳаракатланишидан далолат беради.

Қуёш 3 январь атрофидаги энг тез (суткасига тахминан $1^{\circ}01'$) ҳаракат қилиб, 4 июль атрофида жуда секин (суткасига $0^{\circ}57'$) ҳаракат қилади.

Қуёш дискининг кўринма диаметри ҳам ўзгариб туради. Қуёш тезлиги энг катта бўлганда, яъни январда унинг диаметри энг катта бўлиб, июлда эса жуда кичик кўринади. Дискининг энг катта диаметри $32\frac{1}{2}$ ва энг кичиги $31\frac{1}{5}$ дир. Бу Қуёш ёздагига нисбатан қишда Ерга яқин бўлишини кўрсатади. Лекин узоқликнинг ўзгариши шунчалик камки, у йил фаслларига сезиларли таъсир этмайди. Ернинг Қуёшга энг яқин келган вазияти перигилей дейилади. Ернинг Қуёшдан энг узоқ бўлган вазияти афелий дейилади.

16 §. Эклиптика оғмалигини кузатишлардан аниқлаш.

Эклиптиканинг экваторга оғмалиги астрономик ҳисоблашларнинг энг муҳим элементиدير. Бу оғмалик юнонча ε ҳарфи билан белгиланиб, қадимги астрономлар ε ни қуйидаги усулда топишган: Қуёш марказининг ёзги Қуёш туриши куннинг туш пайтида зенитдан узоқлиги: $Z_1 = \varphi - \varepsilon$

Қишги қуёш туриш кунда эса: $Z_2 = \varphi + \varepsilon$ булардан $\varepsilon = \frac{1}{2}(Z_2 - Z_1)$;

$\varphi = \frac{1}{2}(Z_2 + Z_1)$; тенгликлардаги Z_1, Z_2 Қуёшнинг зенит узоқликлари;

φ -кузатувчининг географик кенглиги.

Хитой астрономи Чу Конг милoddан 1100 йил олдин географик кенглик φ ва эклиптиканинг экваторга оғмалиги ε миқдорларни юқоридаги тенгликлар ёрдамида ҳисоблаган. ε нинг қийматини билмасдан юлдузлар жадвалини, Ой, Қуёш ҳаракатларини ҳисоблаш, амалий астрономия масалалари билан шуғулланиш мумкин эмас. Шунинг учун ҳам ε нинг қийматини топиш билан жуда кўп астрономлар шуғулланишган. Қуйида биз ҳар хил даврларда яшаган ва ε қийматини аниқлаган астрономларнинг ҳисоблаш натижаларини келтирамыз:

Эратофен, милoddан 230 йил илгари	$23^{\circ}51'20''$ хато $+7'55''$
Гиппарх милoddан 130 йил илгари	$23^{\circ}51'20''$ хато $+8'23''$
Птолемей милoddнинг 140 йили	$23^{\circ}51'20''$ хато $+10'10''$
Ал Баттоний милoddнинг 880 йили	$23^{\circ}35'00''$ хато $-0'17''$
Ас Суфий милoddнинг 965 йили	$23^{\circ}33'45''$ хато $-0'50''$
Абул Вафо милoddнинг 987 йилли	$23^{\circ}35'00''$ хато $+0'35''$
Ал Куҳий милoddнинг 988 йили	$23^{\circ}51'01''$ хато $+16'36''$
Ибн Юнус милoddнинг 1001 йили	$23^{\circ}34'52''$ хато $+0'33''$
Насриддин Тусий милoddнинг 1270 йили	$23^{\circ}30'00''$ хато $-2'09''$
Улуғбек милoddнинг 1437 йили	$23^{\circ}30'17''$ хато $-0'32''$

Бу натижалар шуни кўрсатиб турибдики, эклиптиканинг экваторга оғмалиги астрономия фани учун жуда зарур миқдордир. Шунинг учун ҳам ҳар бир астроном бу миқдор натижасига алоҳида эътибор берган.

Эклиптиканинг оғмалиги вақт ўтиши билан ўзгариб турсада, лекин у жуда секин содир бўлади.

Астроном Бесселнинг айтишича эклиптиканинг оғиши қуйидагича формула билан ифодаланади: $\epsilon = 23^{\circ}28'18''0 + 0''48 \text{ } 3 \text{ } 68 \text{ } t - 0''00000272295 \text{ } t^2$

t- милоннинг 1750 йилининг бошлаб ҳисобланадиган йиллар сони.

Астроном Улуғбек олиб борган кузатишлари 1437 йилга тааллуқли бўлганлиги:

$$t = 1750 - 1437 = 313$$

$$\text{у холда } \epsilon = 23^{\circ}30'49''13$$

Демак Улуғбек кузатишлари натижаси билан ҳисоблаш натижалари орасидаги фарқ $-0'32''$. Хато жуда оз, айниқса ўша замон кузатиш воситалари эътиборга олинса.

Улуғбек расадхонаси Самарқанд шаҳрининг ғарбий-жанубий чегарасида жойлашган тепаликда қурилган бўлиб, унинг географик кенглиги (ϕ) ва эклиптика оғмалиги (ϵ) лар худди юқорида кўрсатилган тенгликлар ёрдамида топилган. Улар $\phi = 39^{\circ}37'28''$ ва $\epsilon = 23^{\circ}30'17''$ миқдорларга тенг. Улуғбекнинг астрономияга оид ишлари шу расадхонада олиб борилган кузатишларга асосланган бўлиб, 1018 юлдуз координатасини ўз ичига олган жадвалдир. Муқаддималар ёзилган бундай жадвалларни шарқ мамлакатларида “Зиж” деб аталган. («Зиж» - форсча “зич”- асос сўзини билдиради).

Улуғбек зижига яна “Зижи султони жаид” ёки “Зижи Кўрагоний” дейилган.

17 §. Вақтни ўлчаш

Инсон онгига боғлиқ бўлмасдан ўзгарадиган объектив борлиқга вақт дейилади. Вақт икки хил бўлади: 1. Астрономик вақт; 2. Атом вақти.

Астрономик вақт уч хил бўлади:

1. Юлдуз вақти;
2. Қуёш вақти;
3. Эфемерид вақти;

Вақт асосан инсонларнинг амалий эҳтиёжлари асосида инсонлар томонидан қуёш ва юлдузларни кузатиш натижасида аниқланадиган астрономик тушунчадир.

Вақт билан инсонлар жуда қадимдан шуғулланишган. Ҳозирги пайтда вақтни соат, минут, секунд ва секундни мингдан бир улишида ўлчаш инсонлар ҳаётида катта аҳамият касб этади.

18 §. Юлдуз вақти

Баҳорги тенг кунлик нуқтасининг кетма-кет кузатувчи меридианидан икки марта ўтиши учун кетган вақт юлдуз суткаси дейилади. Баҳорги тенг кунлик нуқтасининг соат бурчагига юлдуз вақти дейилади. Баҳорги тенг кунлик нуқтасини кузатув натижасида кўриш мумкин эмас. Уни юлдузларнинг меридиандан ўтиши орқали аниқланади.

Юлдуз вақти $S = \alpha + t$ формуласи ёрдамида топилади. Бунда S -юлдуз вақти; α -юлдузнинг тўғри чиқиши; t -юлдузнинг соат бурчаги.

Юлдуз кузатувчининг меридианида бўлса, $t=0$ бўлиб $S=\alpha$ бўлади.

19 §. Ҳақиқий ва ўртача қуёш вақти

Қуёш ўзининг кўринма ҳаракатида эклиптика айланаси бўйлаб ҳаракатланади. Бу Қуёшни биз ҳақиқий Қуёш деймиз. Ҳақиқий Қуёшни кетма-кет кузатувчи меридианидан икки марта ўтиши учун кетган вақт ҳақиқий Қуёш суткаси дейилади. Ҳақиқий Қуёшнинг соат бурчаги ҳақиқий Қуёш вақти дейилади.

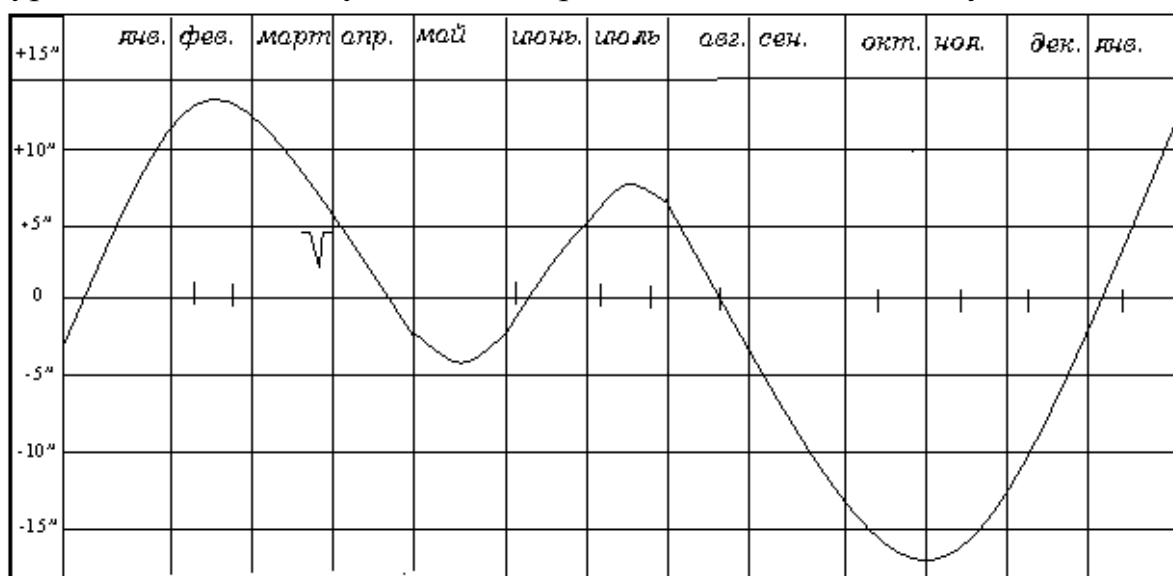
Ҳақиқий Қуёшнинг олам экваторига проекцияси ўртача Қуёш дейилади. Ўртача Қуёшнинг кетма-кет кузатувчи меридианидан икки марта ўтиши учун кетган вақт ўртача Қуёш суткаси дейилади. Ўртача Қуёшнинг соат бурчаги ўртача Қуёш вақти дейилади.

20 §. Вақт тенгламаси

Ҳақиқий Қуёш ва ўртача Қуёшлар осмон сферасида эклиптика ва олам экватори бўйлаб бир хилда ҳаракатланмайди. Ер Қуёш атрофида нотекис ҳаракатланганлигидан, ҳақиқий Қуёш ҳам нотекис ҳаракатда бўлади. Ўртача Қуёш эса тушунча бўлиб, у ҳисоблаш натижасида топилади. Ҳақиқий ва ўртача Қуёш баҳорги ва кузги тенг кунликлар нуқтасида баҳор ва куз ойларида учрашади.

Бошқа вақтларда улардан олинган вақтлар бир биридан фарқ қилади. Агар ҳақиқий қуёш вақти соат бурчагини t_0 ва ўртача қуёш вақти соат бурчагини t_m билан белгиласак вақт тенгламаси $\eta = t_m - t_0$ формула билан топилади. Бу фарқ иккита синусоида шаклида олинган графикдан келиб чиқади. У йил давомида +15 минутдан -17 минутгача фарқланади (11-расмда натижавий вақт тенгламаси графиги берилган).

Вертикал қуёш соатларида бу графикдан фойдаланиб қуёш соатлари кўрсатадиган вақтга қўшиб ёки айириб аниқ вақтни билиш мумкин.



11-расм.

21-§. Маҳаллий, дунё, пояс, ёз вақти ва декрет вақти.

Число ўзгариш чизиғи

Ер ўз ўқи атрофида ғарбдан шарққа томон бир суткада бир мартадан айланганлиги учун, бизга қуёш ҳар соатда 15° дан шарқдан ғарбга томон айлангандик туюлади. Демак ер сиртидаги давлатларга бирин-кетин нур соча бошлайди.

Кузатувчи меридианига қуёш келган пайтда ўша жой учун қуёш вақти туш вақтини билдириб, соат 12 бўлганлигини билдиради. Англия давлатидаги Гринвич расадхонасининг маҳаллий вақти дунё вақти дейилади. Бутун дунёда денгиз ва океанларда шу вақтдан фойдаланилади. Ҳар бир давлат дунё вақтидан ғарб ва шарқда жойлашганлигига қараб, географик узоқлигига боғлиқ ҳолда маҳаллий вақтлари фаркланади. Ўзбекистон Республикасида Тошкент астрономия институтининг жойлашган жойини маҳаллий вақти Республика маҳаллий вақти дейилади. Канадалик инженер Флемингнинг 1879-йилда берган таклифига биноан ер шарини 24 поясга бўлиниб, пояс вақти тушунчаси киритилди. Ер айланаси 360° бўлиб ер 24 соатда ўз ўқи атрофида айланади.

Шунинг учун	$360^{\circ}=24^h$	$60'=4^m$	$60''=4^s$
	$15^{\circ}=1^h$	$15'=1^m$	$15''=1^s$
	$15^{\circ}=60^m$	$15'=60^s$	
	$1^{\circ}=4^m$	$1'=4^s$	

Демак ёй градиуси ва соат миллари орасида юқорида кўрсатилган пропорционаллик бор экан. Пояс вақти ер шарининг шарқ томонига қараб ҳар 15° да 1 соатдан ортиб боради.

Ёз фаслида кундузи 18 соатгача чўзилганлиги ва тонг вақтли отиши туфайли ғарбий мамлакатларда ёз фаслида соат милини бир соатга орқага суриб қўйилади, бу вақт ёз вақти дейилади. Кузга бориб соат миллари яна аслига қайтарилади. Ёз вақти асосан электр энергиясини иқтисод қилиш мақсадида киритилган бўлиб, собиқ Иттифоқ даврида 1930 йили И.В. Сталиннинг махсус декрети билан ёз вақти учун соат миллари бир соатга орқага сурилган эди. Кузга бориб шу вақт асл ҳолатига қайтарилмади. Бу вақтни астрономияда декрет вақти дейилади. Республикамизда ёз вақтидан ҳам декрет вақтидан ҳам фойдаланилмайди.

Гринич расадхонасидан 180° қарама-қарши томонда жойлашган меридианни число ўзгариш чизиғи дейилади. Бу чизиқ одам яшамайдиган сувликдан ўтган бўлиб чизиқнинг шарқ томони ғарб томондан бир кунга фарқ қилади. Масалан, кема шу чизиқни ғарбга кесиб ўтса, ўз числосига бир кун қўшади. Тескари ҳолатда эса ўз числосидан бир числони айиради.

22 §. Юлиан ва Григориан календарлари

Узоқ муддатларни ҳисоблаш системасига календар дейилади. Энг қадим замонлардаёқ узоқ муддатларни ҳисоблашда йил фасллариининг алмашиш даври – тропик йил асос қилиб олинган. Ҳозирги пайтга келиб, бир тропик йилнинг 365,2422 ўртача Қуёш суткаси эканлигини биламиз. Аммо қадимги инсонлар

бир тропик йилни ҳозирги аниқликда билишмаган. Милоддан олдинги учинчи асрларда Миср ва Хитойликлар бир тропик йилни 365,2500 ўртача Қуёш суткасига тенг деб ўйлашган. Милоддан олдинги 46 йилда Рим императори Юлий Цезарнинг мисрлик астроном Созиген иштирокида ўтказган реформасида ҳам бир тропик йил 365,2500 ўртача қуёш суткаси деб қабул қилинган. Шунинг учун ҳам Юлий Цезарь календари бўйича ҳисоб олиб борилганда уч йил, йиллик календарда 365 кун ва тўртинчи йили 366 кунлик каландарь тузилган. 366 кунлик йилни “Кабиса” йили дейилган ва февраль оyi 29 кун ҳисобланган. Умумий йилларнинг ҳисобини олиб боришда йиллар ҳисоби 4 га қолдиқсиз бўлинган йиллар кабиса йили ҳисобланган.

Йиллар ҳисобининг боши қилиб римликлар Рим шаҳри қурилган йилни қабул қилганлар. Христианлар римликларнинг Юлиан календарини йилларни ҳисоблаш бошини ўзгартириб қабул қилганлар: римлик монах Дионисий рим қурилганидан бошлаб ўтган 753 йилни афсонавий “Христос туғилиши” нинг 532 йили деб ҳисоблашни таклиф этди. Аслида бу сон Христос (Исо) туғилишига ҳеч қандай алоқаси бўлмай, $7 \times 4 \times 19 = 532$ сонидан олинган 7-ҳафтадаги кунлар сони, 4 кабиса йили қайтариладиган сон ва 19 сони Митон цикли қайтариладиган сондир. Дионисий 532 сонини танлаш билан Христиан ҳисоблаш системасини черков ҳисоблашларига мослаб олган эди. Христиан ҳисоблаш системаси 532 дан сўнг 533, 534, ва ҳоказо 2009 йил бўлиб, бундан кейин ҳам давом этаверади. Юлиан календаридagi Юлиан йили тропик йилдан $365, 2500 - 365, 2422 = 0,0078$ ўртача қуёш суткасига ортиқ бўлиб, бу II минут 14 секундга тенг. Йиллар ўтиши билан бу миқдор ортиб бориб тахминан ҳар 400 йилда 3 суткадан ошади. Аниқроғи $P^m 14^s \times 400 = 4493^m = 3^d 02^h 53^m$; Шунинг учун йил боши ҳисобланган тенг кунлик нуқтасида қуёшнинг бўлиши, ҳар 400 йилда 3 кундан ортиқроқ вақтга илгари келади. Милоднинг XVI асрига келиб, юлиан календарининг хатоси 10 кунга етди. 1576 йили Рим папаси Григорий XIII италиялик врач Лилио ёрдамида юлиан календарига реформа киритишга қарор қилди. Бу реформа 1582 йили 1 мартдаги фармонга мувофиқ амалга оширилди.

Реформа қуйидагича бўлган:

1) 1582 йил 4 октябрдан кейин 5 октябрь демай, бирданига 15 октябрь дейишга буйруқ берилди. Шу билан юлиан календари натижасида келиб чиққан хато тузатилди ва баҳорнинг бошланиши яна 21 мартга тўғри келди.

2) Келажакда хатолар яна йиғилмаслиги учун ҳар 400 йилда, Юлиан календари билан қуёш ҳаракати орасида йиғилиб қоладиган уч кунни ҳисобдан чиқариб ташлаш киритилди. Бунинг учун кабиса йилларнинг такрорланиш қоидаси озгина ўзгартирилди ва унга бундай шарҳ берилди: йил ҳисобидаги юз йилликларни ифодаловчи сонлар 4 га қолдиқсиз бўлинса, фақат шу юз йилликлар кабиса йили ҳисоблансин. Масалан, 1600 йилнинг 16 сони ва 2000 йилнинг 20 сонлари 4 га қолдиқсиз бўлинганлиги учун шу йил кабиса йили бўлиб, 1700, 1800, 1900 ва 2100 йилнинг юлиан календарига кабиса йили бўлсада, Григориан календарига оддий йил ҳисобланади. Григориан календари бўйича бир тропик йил 365,2425 ўртача қуёш суткасига тенг. Григориан тропик йили билан ҳақиқий тропик йил ўртасида $365, 2425 - 365, 2422 = 0^d, 0003$ ўртача

қуёш суткаси фарқи бор. Бу фарқ 3333 йилда бир сутка хатолик беради, аммо уни кундалик ҳаёт учун етарли дейиш мумкин.

Юлиан ва Григориан календарлари қуёш календарларига асосланган бўлса, мусулмон давлатларида ой календарига асосланишади. Ой календарига асос қилиб Ойнинг Ер атрофида қуёшга нисбатан айланиш даври олинади. Бу давр $29^d 12^h 44^m 29^s$ ёки 29, 531 ўртача қуёш суткасига тенг бўлиб, Ой ойи ёки синодек ой дейилади. Тропик йил ўртача қуёш суткасига нисбатда бўлмаганидек, Ой ойи билан ҳам нисбатда бўлмаганидек, Ой ойи билан ҳам нисбатда бўлмайди, яъни қолдиқсиз бўлинмайди, чунки, бу бирликлар бир бирига боғлиқ эмас, қайсики уларнинг ҳар бири Ер ва Ой ҳаракатига боғлиқ бўлган табиий ҳодисаларнинг даврини белгилайди.

Ой йили – 12 та Ой ойидан ташкил топган бўлиб, у 354 ёки 355 ўртача қуёш суткасига тенгдир. 30 йил давомида 19 марта 354 ва 11 марта 355 кунлик бўлган Ой йилларидан ўртача Ой йилини топиш мумкин $(354 \times 19 = 355 \times 11) : 30 = 354,3667$ ўртача қуёш суткасига тенг.

Ой ойи билан олиб бориладиган календарлар халқ ҳўжалигида бир оз ўнғайсизлик туғдиради.

Яхудийлар календари мусулмонлар календаридан кўра анча ўнғайсизроқ календардир. Чунки бу календарь ҳам Ой, ҳам Қуёш ҳаракатларига асосланган календарь бўлиб, ой йили гоҳ 12 ой (354 кун), гоҳ 13 ой (384 кун) бўлади.

23-§. Умар Ҳайём календари

XI асрда Нишопурда яшаб, математика, астрономия соҳсида ижод этган таниқли шоир Умар Ҳайём 1070 йилда салжук султони Маликшоҳ ва унинг вазири Низом ул-Мулк томонидан саройга таклиф этилди. Унинг илтимосига кўра шоҳ, Ҳайём ва унинг шогирдлари учун 1076-йили Исфаҳонда расадхона қуриб берди. Маликшоҳ вафотига қадар ишлаган бу расадхонадаги астрономик кузатишлар натижасида юздан ортиқ ёруғ юлдузларнинг координаталарини ҳамда Ой, Қуёш ва планеталарнинг ҳаракатларини акс эттирган жадвалларни ўз ичига олган “зиж” тузилди. Бу астрономик рисола кейинчалик “Маликшоҳ зижи” деган ном билан жаҳон астрономия тарихидан ўрин олди.

Беруний ўзининг “Ўтган авлодлар ҳақидаги эсдаликлар” асарида қадимги Эронда календар йилининг узунлиги 365 кун бўлиб, 12 та ойнинг биринчи 11 таси 30 кундан, 12-си 35 кундан бўлганини маълум қилади. Бу тақвимнинг йил бошиси эса ҳар доим баҳорги тенг кунлик билан устма-уст тушиши зарур эди.

Тропик йилнинг узунлиги, аслида 365 кун бўлмай, ундан 6 соатча узунлиги туфайли, йиллар ўтиши билан тақвим йилининг боши тенгкунликлар силжиб кетишига сабаб бўлган. Календарни бундай камчиликдан халос қилиши учун Маликшоҳ астроном ва математиклардан иборат кенгаш тузиб, унга раҳнамолик қилишни Умар Ҳайёмга топширди.

Кенгашнинг бош вазифаси тақвим йилларининг боши баҳорги тенгкунликдан силжимайдиган қилиб тузишдан иборат эди. Бунинг учун кенгаш 366 кунлик кабиса йилини жорий қилиб, унинг келиш тартибини, римликларнинг Юлиан календарига жорий қилган тартибдан бошқачароқ

шаклини таклиф этди. Кейинчалик Умар Ҳайём календари деб ном олган бу тақвимга кабиса йили, 33 йилда 8 марта келиб, дастлабки 7 таси ҳар тўртинчи йилда, охириги 8-си эса 5-йили келадиган қилиб қабул қилинди. Бошқача айтганда, 33 йиллик даврнинг 4-,8-,12-,16-,20-,24-,28- ва 33-йиллари кабиса йиллари саналиб, 366 кундан қилинди, қолган 25 йили 365 кундан эди.

Ҳайём календариди йилнинг ўртача узунлиги $365\frac{8}{33}=365,24242$ кунга тенг бўлиб, тропик йилнинг ҳақиқий узунлигидан атига 0,00022 суткага, яъни 19,5 секундгагина узун эди, холос. Бу хатолик шу қадар кичик эдики, у йиғилиб- йиғилиб 4500 йил ўтгандан сўнггина 1 кунга етади.

Биз ишлатаётган григориан календарининг хатоси бир кунда етиши учун эса 3300 йил керак бўлади. Умар Ҳайёмнинг бу календари айни пайтда Эронда ишлатиладиган Жалолий календарининг асосини ташкил қилади. Мазкур календар эрасининг боши ҳам, кейинчалик мусулмонларнинг ҳижрий-қамарий тақвими эрасидаги каби 622- йилнинг 16- июлига қўчирилиб, у Қуёш-ҳижрий тақвими деган ном билан аталадиган бўлди. Бу тақвимда ойлар, Қуёшнинг йиллик кўринма ҳаракати давомида кесиб ўтадиган юлдуз туркумларининг номлари билан Ҳамал, Савр, Жавзо, Саратон, Асад, Сунбула, Мезон, Ақраб, Қавс, Жадди, Далв, Ҳут деб юритилади. Қуёш-ҳижрий календари бўйича янги 1384-йил 2005-йилнинг 21 мартада киради.

24 §. Вақт хизмати

Аниқ вақтни белгилаш, уни сақлаш ва радио орқали халққа эшиттириб туриш жуда кўп мамлакатларда мавжуд бўлган аниқ вақт хизмати вазифасидир.

Аниқ вақт сигналларини денгиз ва ҳаво флотининг штурманлари ва аниқ вақтни билиш зарур бўлган жуда кўп илмий ҳамда ишлаб чиқариш ташкилотлари радио орқали қабул қилади. Аниқ вақтни билиш хусусан, турли жойларнинг географик узунликларини ҳамда табиат бойликларини аниқлашда жуда муҳимдир.

Вақт хизмати бўлимини ташкил этишда Москва университети ихтиёридаги, Штерберг номли Давлат астрономия институти (ГАИШ) катта хизмат кўрсатди. Ҳозирги пайтда ҳар бир катта расадхонада вақт хизмати бўлими бор бўлиб, Ўзбекистон ФА ихтиёридаги Астрономия институтида ҳам Вақт хизмати бўлими мавжуддир. Бу бўлим Тошкент астрономия расадхонаси ташкил қилинган йилдан (1872 й.) бошлаб, аҳолини аниқ вақт сигналлари билан таъминлаш, хронометрларни текшириш, астрономик пунктларнинг географик узоқлигини аниқлаш, аниқ вақтни сақлаш ва бошқа мақсадларда ишлаб келмоқда. 1874 йили бўлимга иккита Ховю (Hohwu) соати олиб келинди ва унинг бири ўртача куёш вақтига ва иккинчиси юлдуз вақтига мослаштирилди.

1925 йилларда Ўрта Осиё республикаларида хўжалик ишларининг ривожланиши расадхонанинг вақт хизмати бўлими олдига катта вазифалар қўйди. 1928 йил 4 апрелдан бошлаб, бу бўлимда RAU радиостанция орқали (3500 м. тўлқин узунликларда) ритмик сигналлар тарқатила бошлади. Бўлим 1930 йилда 515 номерли рифлер соати ва 8595 I номерли Бамберг пассаж

инструменти билан таъминланди. Энди бўлим зиммасига бир қанча хизматлар қаторида соат тузилмасини топиш вазифаси юклатилди. Пассаж инструменти ёрдамида Марс, Юпитер, Сатурин, Уран, Нептун каби катта сайёраларнинг ва Церера, Веста каби майда сайёраларнинг тўғри чиқиши α аниқланди.

Улуғ Ватан уруши йилларида Пулкова, Харьков шаҳарларидаги вақт хизмати бўлими ишламай турган пайтлари, Иттифоқ халқини аниқ вақт сигнали билан шу бўлим таъминлаб турди ва бу билан мудофаа кудратини оширишга ўз ҳиссасини қўшди.

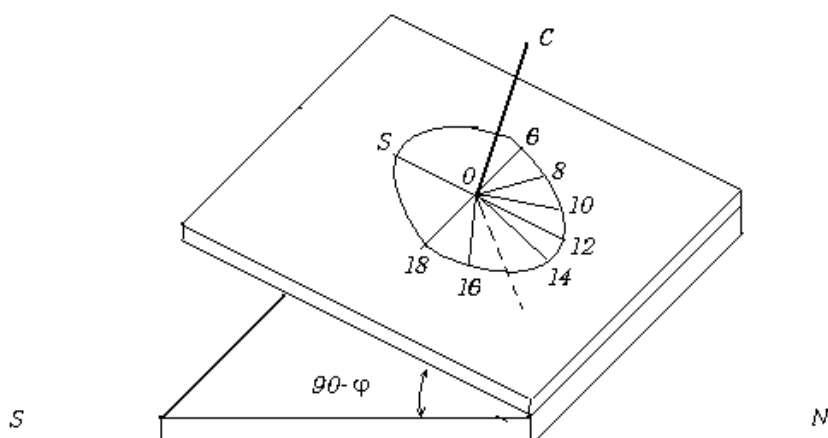
Ҳозирги пайтга келиб, вақт хизмати бўлими маятникли соатлар ўрнида кварц соатлари ва фотоэлектрик пассаж инструментлари Аскания Верке № 100306 билан таъминланган. Бўлимда дифференциал ҳамда абсолют жадваллар билан бир қаторда, атом соатларидан берилаётган аниқ вақт сигналларини қабул қилиш соат тузатмасини топиш, “Қитъалар силжишини” аниқлаш ва сайёраларнинг тўғри чиқишини аниқлаш каби ишлар бажарилмоқда.

25 §. Соат турлари

Аниқ соатларнинг кашф қилиниши астрономиянинг тараққий этишига имконият туғдирди, чунки соат энг муҳим астрономик асбоблардан бири ҳисобланади.

Жуда қадимда инсонлар аниқ вақтни билиш учун қуёш, қум ва сув соатларидан фойдаланишган. Қуёш соатлари экваториал, вертикал ва горизонтал соатлар бўлиб, бу соатлардан фақат ҳаво очик кунлари фойдаланиш мумкин.

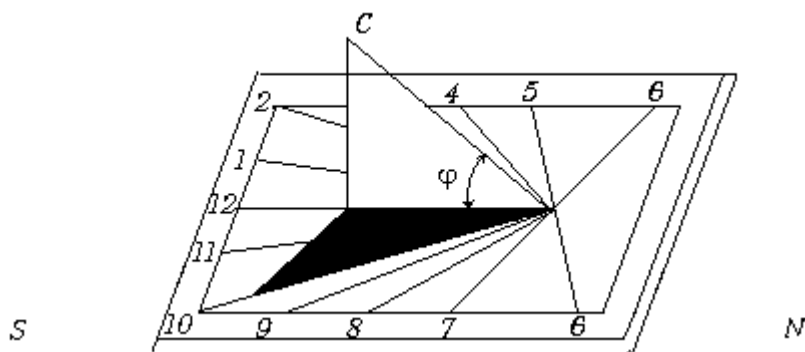
Экваториал қуёш соати 12-расмда кўрсатилган усулда тузилган бўлиб, соат стержени Олам ўқи йўналишида, сондан ёзилган текислик олам экватори текислигида ва 12 сони кўрсатилган нуқта шимол йўналишини кўрсатиш ҳолатида ўрнатилади. φ - соат ўрнатиладиган географик кенглик. Бу соатнинг камчилиги қуёш экватор текислигидан пастда ҳаракатлангандан (кузги тенг кунликдан баҳорги тенг кунликгача) стерженнинг сояси аниқ вақтни кўрсатмайди.



12-расм. Экваториал қуёш соати.

Горизонтал қуёш соати (13-расм)нинг ишлаш принципи экваториал қуёш соатидан афзалроқдир. Бу соатдан йил давомида ҳаво очиқ кунлари фойдаланиш мумкин. У математик горизонт текислигида ўрнатилади.

Вертикал қуёш соатларнинг горизонтал соатлардан фарқи, улар вертикал йўналишда жануб томонга қаратилган ҳолда ва стержен географик кенгликга тенг миқдорда букилиб ўрнатилади.



13-расм. Горизонтал қуёш соати.

Фан ва техниканинг ривожланиши маятникли соатларни кашф қилди. Бу соатлар қуёш ёки юлдуз вақтларига мослаштириб, ундан қуёш ёки юлдуз вақтини олиш мумкин. Соат маятниги ҳар секундда бир марта тебранади ва соат минути милини 1 секундда олға суради. Аммо температура ўзгариши маятникни узайиш ва қисқариш ҳолатларига олиб келади ва соат юришида нотекислик ҳосил бўлади.

Хронометр – пружиналик соат бўлиб, бу соатни бир жойдан иккинчи жойга бемалол қўчириб юриш мумкин. Унинг маятникли соатдан афзаллиги ҳам шунда. Хронометрдаги маятник ролини балансир ва компенсатор бажаради.

Кварс соатларининг юриш принципини унинг монокристалидан маълум катталиқда қирқиб олинган пластинканинг ўзгарувчан электр майдон таъсирида маълум ўзгармас частота билан тебрана олиш қобилиятларига асосланган.

Кварц соатлари электр тебраниш генераторидан ва тебраниш частотасини ўзгармас ҳолда сақлаб турадиган кварц кристаллидан тузилган. Ўзгармас частотали электрик тебранишлар махсус асбоблар ёрдамида соат стрелкалар кўрсатишига айлантирилади.

26 §. Соат тузатмасини аниқлаш

Аниқ вақтни топиш учун соатнинг кўрсатишига қўшиладиган (соат, минут, секунд ва секунднинг улушлари) миқдор соат тузатмаси дейилади.

Соат аниқ вақтдан орқада бўлса соат тузатмаси мусбат, аксинча олдинда бўлганда манфий бўлади. Одатда, бевосита кузатишдан юлдуз соатининг тузатмаси топилади. Бунинг учун тўғри чиқиши (α_{cu}) аниқ маълум бўлган биронта юлдузнинг меридиандан ўтиш пайтида юлдуз соатининг кўрсатиши белгиланади. Маълумки, шу пайтдаги юлдуз вақти α га тенг. Бу миқдорни текшираётган соатнинг кўрсатиши T билан солиштириб, соат тузатмасини

топамиз. Энди соатни аниқ кўрсатадиган қилиб тўғрилаб бўлсада, одатда бундай қилинмайди, тузатмани алоҳида ёзиб уни мос ишора билан соатнинг кўрсатишига қўшиб қўйилади. Агар соат тузатмасини u билан белгиласак $U=\alpha\cdot T$ эканлиги кўриниб туради.

Тузатмаси (u) маълум бўлган юлдуз соатнинг кўратишига қараб, исталган пайт учун аниқ ўртача қуёш вақтини шунингдек, декрет вақти ёки бошқа вақтларга ўтиш мумкин.

Соат тузатмаси ўзгармас бўлмай, у ҳамма вақт ўзгариб туради ва уни кузатишлардан мунтазам аниқлаб туришга тўғри келади. Бу иш билан йирик расадхоналардаги вақт хизмати бўлимлари шуғулланади.

Соат тузатмасининг бир суткадаги ўзгариши соатнинг суткали юриши дейилади. Яхши соатларнинг суткали юриши кичик, асосан ўзгармас бўлиши шарт. Энг яхши астрономик соатларининг суткали юриши секунднинг мингдан бирларига ўзгаради.

Соат тузатмасини аниқлаш учун одатда пассаж инструмент деб аталувчи кичик инструментдан фойдаланилади. У меридиан текислигида ўрнатилади.

Бир кечада бир неча юлдузни кузатиб, соат тузатмасини секунднинг мингдан бир улушигача аниқликда топилади.

Соат тузатмасини топишнинг яна бир усули, аниқ юрадиган соатлардан соат секундларини қабул қилиш ва ундан фойдаланишдир. Масалан, Москвадаги П.Н. Штернберг номли Давлат астрономик институти ҳар соатда аниқ вақт сигналини нукта сифатида радио орқали бериб туради. Бу сигнални осциллограф ёрдамида қабул қилинади ва ўз соати билан солиштирилади. Бу солиштириш секунднинг миллиондан бир улушида аниқланади.

27 §. Эфемерид ва атом вақти

Аниқ вақтни аниқлашда, юлдузларнинг кульминация пайтлари пассаж асбоблари ёрдамида белгиланишини ва вақтни “сақлайдиган” соатларнинг юриши, уларга қараб текшириб борилишини биз ўтган параграфларда айтган эдик. Бундай йўл билан аниқланган вақт, кузатиладиган осмон гумбазининг айланиши аниқ бир ўзгармас бурчак тезликка эга бўлганда, абсолют аниқликка эга бўлган бўлар эди. Бироқ, Ернинг ўз ўқи атрофида айланиш тезлиги, бинобарин, осмон сферасининг кўринма айланиши ҳам, вақт ўтиши билан жуда оз бўлсада ўзгариб боради. Шунинг учун ҳозир аниқ вақтни “сақлаш” мақсадида махсус атом соатларидан фойдаланилади. Атом соатларининг юриши атом ичидаги ўзгармас частота келтириб чиқарадаган тебранма жараёнларга асосланади. Атом соатларига ва юлдузларнинг кўринма ҳаракатларига қараб аниқланадиган вақтни ўзаро солиштириш Ернинг ўз ўқи атрофида айланишидаги нотекисликни текшириш имконини беради.

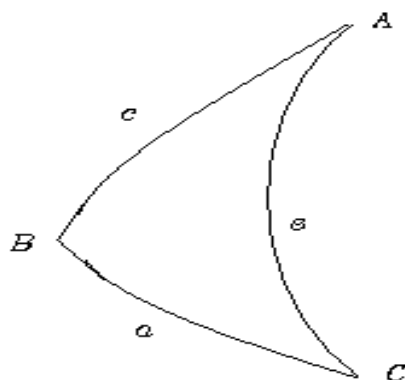
Кундалик ҳаёт учун, амалий ёки илмий-техникавий талаблар учун ўртача қуёш вақти етарли вақт ҳисобланади. Қуёш вақтининг нисбий аниқлиги бир йилда 3-4 секундга фарқланади. Аммо, айрим илмий вазифаларни бажаришда, айниқса астрономиянинг қуёш системаси жисмларининг ҳаракатида ёки физикада радио тўлқин частоталарини аниқлашда ўртача қуёш вақти унча аниқ

вақт ҳисобланмай қолади. Шунинг учун ҳам эфирид вақти ўйлаб топилди ва у атом вақти билан солиштирила бошланди. Бу солиштириш натижаси бир биридан бир йилда миллисекунд улушларида фарқ қилади. Атом вақтини ҳар соатда 6 та секунд сигналини бериш усули билан эфирга тарқатилади. 6-секунд сигналини боши навбатдаги соат бошланишидан далолат беради.

Агар ўртача қуёш вақти секунди 1 январь 1900 йил учун олинганини ҳисобга олсак, қуёш вақти ёки унга асосланган дунё вақти билан атом вақти орасидаги фарқ ҳозирги пайтга келиб сезилиши керак эди. У фарқ ҳозир учун 55 секундга етган бўлиб, бу анча сезиларли миқдордир. Ҳар ҳолда ўртача қуёш вақтидан кўра, математик ҳисоблар билан топиладиган эфемерид вақти афзалроқ вақт бўлиб, бу вақтни атом вақти билан солиштириб Ер ўз ўқи атрофида нотекис ҳаракатланишини билдиради.

28 §. Сферик учбурчак

Астрономиядаги кўпгина масалаларни ечиш сферик учбурчакларни ечиш билан ҳал этилади. Сфера сиртидаги учта А, В, С нукта катта айланалар ёйлари билан туташтирилса сферик учбурчак ҳосил бўлади (14-расм).



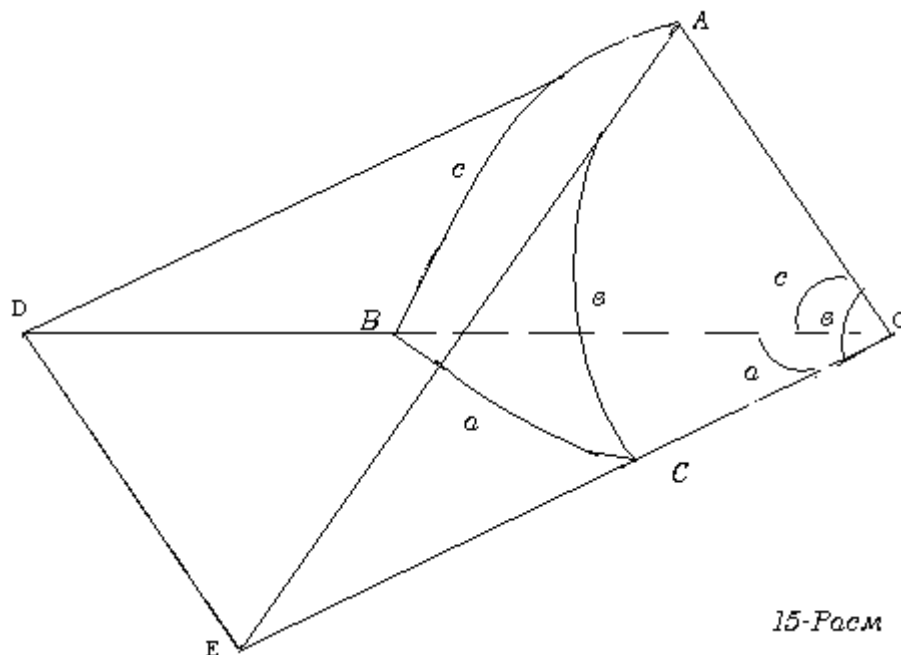
14-Расм. Сферик учбурчак.

Сферик учбурчакнинг АВ, ВС, АС томонлари катта айланалар ёйидан иборат, улар градус, минут ва секундлар билан ифодаланади. А, В, С лар сферик учбурчакнинг бурчакларини ва $AB=c$, $BC=a$, $AC=b$ лар эса томонларини билдиради. Сферик учбурчак бурчакларининг йиғиндиси 180^0 дан катта ва 540^0 дан кичик бўлади.

29-§. Томон косинусининг формуласи

ABC сферик учбурчакнинг (15-расм) а ва с томонлари 90^0 дан кичик бўлсин. А нуктадан шу томонларга сферанинг радиуслари ОВ ва ОС ларнинг давомини D ва E нукталарида кесадиган уринмалар ўтказамиз. Сфера радиуси бир деб олсак, у ҳолда:

$$AD = \operatorname{tg} c \quad OD = \frac{1}{\cos c} = \operatorname{Sec} c \quad AE = \operatorname{tg} b, \quad OE = \frac{1}{\cos b} = \operatorname{Sec} b \quad (1)$$



DE кесмани аниқлаш учун ADE ва ODE учбурчаклардан қуйидаги муносабатларни ёзамиз:

$$DE^2 = AD^2 + AE^2 - 2AD \cdot AE \cos A,$$

$$DE^2 = OD^2 + OE^2 - 2OD \cdot OE \cos \alpha,$$

AD ва AE уринмалар орасидаги бурчак A га тенг бўлгани учун OB ва OC радиуслар орасидаги бурчак α га тенг бўлади. Охирги тенгликнинг чап томонлари тенг бўлгани учун ўнг томонини тенглаштирамиз ва ҳадлар жойини алмаштирамиз.

$$2OD \cdot OE \cos \alpha = (OD^2 - AD^2) + (OE^2 - AE^2) + 2AD \cdot AE \cos A \quad (2)$$

Қавслар ичидаги ифодалар бирга тенг, чунки улар бир деб қабул қилинган радиус квадратларидир. (2) ифодадаги ҳамма кесмаларни (1) даги қийматларга алмаштириб, 2 га қисқартирсак:

$$\frac{\cos \alpha}{\cos c \cos b} = 1 + \operatorname{tg} b \cdot \operatorname{tg} c \cdot \cos A \quad \text{ёки} \quad \cos \alpha = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \quad (3)$$

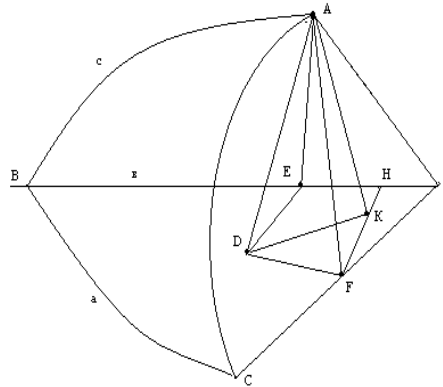
Айланма ўрин алмаштириш ёрдамида, қолган икки томон учун қуйидаги ифодаларни ёзамиз:

$$\left. \begin{aligned} \cos b &= \cos c \cos \alpha + \sin c \sin \alpha \cos B \\ \cos c &= \cos \alpha \cos b + \sin \alpha \sin b \cos C \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

(3) ва (4) формулалар сферик тригонометриянинг косинуслар теоремас ини ифодалайди. Сферик учбурчакнинг бирор томонини косинуси қолган икки томонининг косинуслари кўпайтмаси ва шу томонларнинг синусларини томон қаршисида ётган бурчак косинуси кўпайтмаси йиғиндисига тенг бўлар экан.

30 §. Синуслар формуласи

ABC сферик учбурчакнинг учларидан сфера марказига радиуслар ўтказамиз (16-расм). OBC текисликка AD перпендикулярни туширамиз. D дан OB ва OC га перпендикуляр ўтказамиз.



16-расм.

У вақтда: $AD = AE \sin B = AF \sin C$ Аммо $AE = OA \sin c$ ва $AF = DA \sin b$
Шундай қилиб,

$$\sin c \sin B = \sin b \sin C \quad \text{ёки} \quad \frac{\sin c}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin B} \quad (5)$$

бинобарин,

$$\frac{\sin a}{\sin b} = \frac{\sin A}{\sin B}; \quad \frac{\sin a}{\sin c} = \frac{\sin A}{\sin C}; \quad (6)$$

Демак, сферик учбурчак томонлари синусларининг нисбати бурчаклари синусларининг нисбатларига тенг бўлар экан.

31 §. Беш элемент формуласи

F нуқтадан OB га D дан FH га перпендикуляр ўтказамиз (16-расм).
У вақтда $HK = FH \cdot FK$ бўлади. Аммо $HK = ED = AE \cos B = AO \sin c = \cos B$;

$$FH = AD \cos b \sin \alpha; \quad FK = FD \cos \alpha = AF \cos x \quad (7)$$

$$x \cos \alpha = AO \sin b \cos \alpha \cos C$$

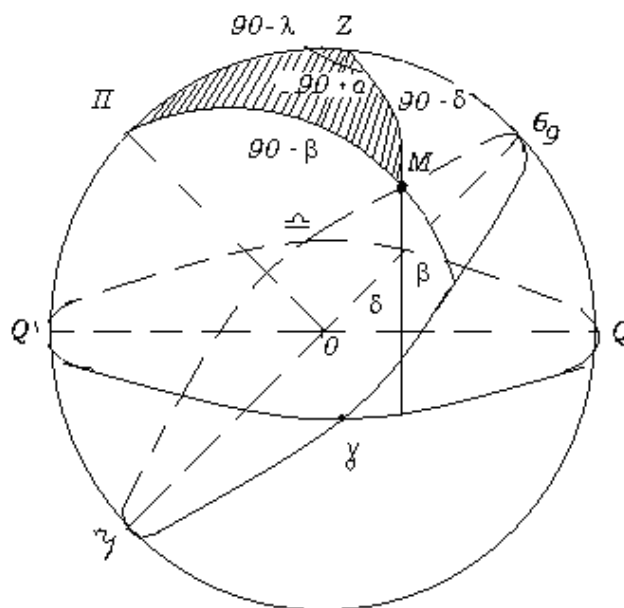
$$\text{Булардан: } \sin c \cos B = \sin \alpha \cos b - \cos \alpha \sin b \cos C \quad (8)$$

Бу беш элемент формуласидир. Айланма ўрин алмаштириш ёрдамида қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\begin{aligned} \sin \alpha \cos C &= \sin b \cos c - \cos b \sin c \cos A \\ \sin b \cos A &= \sin c \cos \alpha - \cos c \sin \alpha \cos B \end{aligned} \quad (9)$$

Учбурчакнинг беш элементини тескари йўналишда комбинациялаб, яна учта формула ҳосил қиламиз:

учбурчак томонлари оғиш айланаси, ёритгичдан ўтаётган кенглик айланаси ва олам ўқидан ўтадиган кенглик айланасидан иборат бўлади (18-расм).



18-расм. Иккинчи астрономик учбурчак.

Иккинчи астрономик учбурчакнинг томонлари $PM = 90^\circ - \delta$, $ПМ = 90^\circ - \beta$ (β -ёритгичнинг кенглиги) ва $PP = \varepsilon$ - эклиптикани экваторга оғмалиги бурчаги бўлади.

Бурчак $PAM = 90^\circ - \lambda$ (λ -ёритгичнинг узоклиги), бурчак $ПМР = 90^\circ + \alpha$ (α -ёритгичнинг тўғри чиқиши) бўлиб, у астрономик координаталар билан боғланмаган.

Биринчи ва иккинчи астрономик учбурчаклар ҳамда сферик тригонометрия формулаларидан фойдаланиб, ёритгичларнинг горизонтал координаталар системасидан экваториал координаталар системасига ёки эклиптик координаталар системасига ўтиш мумкин.

33 §. Горизонтал координаталар системасидан биринчи экваториал координаталар системасига ўтиш ва аксинча ҳоли

Жойнинг кенглиги φ кузатувдан маълум бўлган M ёритгичнинг зенит масофаси Z ва азимути A бўлган координаталари берилган бўлсин. M ёритгичнинг биринчи экваториал координаталарини аниқлайлик. Бунинг учун паралактик учбурчак (19-расм) ҳосил қиламиз ва унинг PM томонига косинуслар теоремасини қўллайлик:

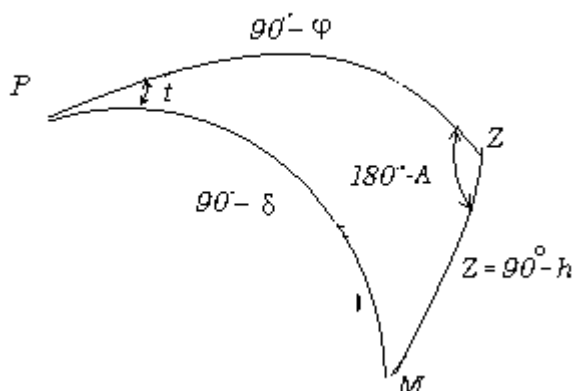
$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \varphi)\cos Z + \sin(90^\circ - \varphi) \sin Z \cdot \cos(180^\circ - A) \quad \text{ёки}$$

$$\sin \delta = \sin \varphi \cos Z + \cos \varphi \sin Z \cos A \quad (12)$$

φ , Z ва A лар маълум бўлса M ёритгичнинг оғиши δ ни топилади.

Энди паралактик учбурчакнинг λM ва PM томонларига синуслар теоремасини қўллайлик:

$$\frac{\sin(180^\circ - A)}{\sin(90^\circ - \delta)} = \frac{\sin t}{\sin Z} \quad \text{бундан} \quad \sin t = \frac{\sin Z \sin A}{\cos \delta} = \frac{\sin t \sin A}{\sqrt{1 - \sin^2 \delta}} \quad (13)$$



19-расм. Биринчи астрономик учбурчакнинг алоҳида кўриниши.

Z ва A берилган ва δ ни (12) формула орқали топилса M ёритгичнинг соат бурчаги t ни топилади. Демак, (12) ва (13) формулалар M ёритгичнинг горизонтал координаталари Z ва A берилган бўлса, ундан экваториал координаталар δ ва t ни топиш мумкин.

Энди тескари ҳолатни кўрайлик, яъни, бизга M ёритгичнинг биринчи экваториал координаталари t ва δ берилган бўлсин ва кузатувчининг географик кенглиги φ маълум дейлик.

Ёритгичнинг горизонтал координаталари Z ва A ни топиш талаб қилинсин. Паралактик учбурчакдан косинуслар теоремаси:

$$\begin{aligned} \cos Z &= \cos(90^\circ - \varphi) \cos(90^\circ - \delta) + \sin(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - \delta) \cos(t) & \text{ёки} \\ \cos Z &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t & (14) \end{aligned}$$

δ, t ва φ қийматлар маълум бўлганидан (14) формула ёрдамида M ёритгичнинг зенит масофаси топилади.

Энди M ёритгичнинг азимути A ни топиш учун, паралактик учбурчакнинг PZ ва PM томонларига синуслар теоремасини қўллаймиз.

$$\frac{\sin t}{\sin Z} = \frac{\sin(180^\circ - A)}{\sin(90^\circ - \delta)} \quad \text{ёки} \quad \sin A = \frac{\cos \delta \sin t}{\sin Z} = \frac{\cos \delta \sin t}{\sqrt{1 - \cos^2 t}} \quad (15)$$

δ ва t маълум бўлганлигидан, Z ни (14) формула орқали топсак, ёритгичнинг азимути (15) формула орқали топилади. Демак (14) ва (15) формулалар биринчи экваториал координаталар системасида ёритгичнинг δ ва t лари маълум бўлса, унинг горизонтал координаталари Z ва A ни топиш формулаларидир.

34 § Биринчи экваториал координаталар системасидан иккинчи экваториал координаталар системасига ўтиш ва унинг аксинча ҳоли

Айтайлик, бизга M ёритгичнинг t ва δ координаталари берилган бўлсин. Ёритгичнинг соат бурчаги ўзгарувчан катталиқ бўлганидан, координаталарнинг қайси вақтда эканлигини билиш керак. Ундан ташқари вақт: юлдуз, қуёш ва пояс вақтилиги ҳам аниқ бўлиши керак.

Айтайлик координаталар юлдуз вақти S моментида берилган дейлик. Унда $S = t + \alpha$. Берилган S ва t қийматлар учун ёритгичнинг тўғри чиқиши

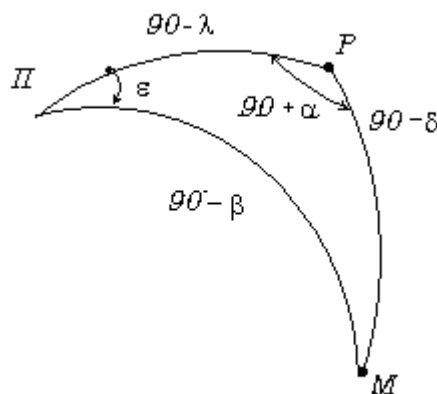
$$\alpha = S - t \quad (16)$$

Бу формула экваториал координаталар системасининг биринчисидан иккинчисига ўтиш формуласидир. Ёритгичнинг иккинчи координатаси δ ҳар иккала системада ҳам бир хилдир.

Агар вақт моменти, ўртача қуёш ёки пояс вақтида берилган бўлса, у ҳолда биз бу вақтларни юлдуз вақтига ўтказишимиз шартдир.

35 §. Иккинчи экваториал координаталар системасидан эклиптикал координаталар системасига ўтиш ва унинг аксинча ҳоли

Агар ёритгичнинг иккинчи экваториал координаталар системасида α ва δ координаталари берилган бўлса-да, λ ва β эклиптикал координаталарини топиш талаб қилинсин. Ёритгич M учун иккинчи астрономик бурчак ҳосил қиламиз (20-расм).



20-расм. Иккинчи астрономик учбурчакнинг алоҳида кўриниши

Сферик учбурчакнинг ПМ томонига косинуслар теоремасининг қўллайлик:

$$\begin{aligned} \cos(90 - \beta) &= \cos \epsilon \cos(90 - \delta) + \sin \epsilon \sin(90 - \delta) \cos(90 + \alpha) & \text{ёки} \\ \sin \beta &= \cos \epsilon \sin \delta - \sin \epsilon \cos \delta \sin \alpha \end{aligned} \quad (17)$$

δ , α ва ϵ қийматлар маълум бўлгани учун (17) формула ёрдамида M ёритгичнинг кенглиги β ни топиш мумкин.

Сферик учбурчакнинг ПМ ва РМ томонларига синуслар теоремасини қўллайлик.

$$\frac{\sin(90^\circ + \alpha)}{\sin(90^\circ - \beta)} = \frac{\sin(90^\circ - \lambda)}{\sin(90^\circ - \delta)}, \quad \text{ёки} \quad \cos \lambda = \frac{\cos \alpha \cos \delta}{\cos \beta} = \frac{\cos \alpha \cos \delta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \quad (18)$$

δ , α ва ε берилганни (17) дан топилади, демак ёритгичнинг узоқлиги λ ни (18) формула ёрдамида аниқланади. (17) ва (18) формулалар ёрдамида иккинчи экваториал координаталар системасидан эклиптик координаталар системасига ўтилади.

Қуйида тескари ҳолатни кўрайлик: бизга ёритгичнинг эклиптикал координаталари β ва λ берилган бўлсин; экваториал координаталари φ ва δ ни топиш талаб қилинсин. У ҳолда сферик учбурчакнинг РМ томонига косинуслар теоремасини қўлаймиз:

$$\begin{aligned} \cos(90^\circ - \delta) &= \cos \varepsilon \cos(90^\circ - \beta) + \sin \varepsilon \sin(90^\circ - \beta) \cos(90^\circ - \lambda) \quad \text{ёки} \\ \sin \delta &= \cos \varepsilon \sin \beta + \sin \varepsilon \cos \beta \sin \lambda \end{aligned} \quad (19)$$

β , λ ва ε лар маълум бўлгани учун (19) формула ёрдамида ёритгичнинг оғиши δ ни топиш мумкин.

Сферик учбурчакнинг РМ ва ПМ томонларига синуслар теоримасини қўллаб $\frac{\sin(90^\circ - \lambda)}{\sin(90^\circ - \delta)} = \frac{\sin(90^\circ + \alpha)}{\sin(90^\circ - \beta)}$, ёки $\cos \alpha = \frac{\cos \beta \sin \lambda}{\cos \delta} = \frac{\cos \beta \sin \lambda}{\sqrt{1 - \sin^2 \delta}}$ (20)

β ва λ берилган, δ ни (19) формула ёрдамида топилади, у ҳолда (20) формула орқали ёритгичнинг тўғри чиқиши α топилади. Умуман (19) ва (20) формулалар ёрдамида эклиптикал координаталар системасида M ёритгичнинг λ ва β лари берилса, экваториал системасидаги координаталари α ва δ лар топилади.

36 §. Рефракция

Ўтган параграфларда баён этилган инструментлар ёрдамида ёритгичнинг координаталарини ўлчаш астрономик вазифаларнигина эмас, балки бир қанча геодезик ва географик масалаларни ҳам ҳал қилишга имкон беради. Аммо, координаталарни аниқлаш атмосферада бўладиган ёруғликнинг эгилиши билан боғлиқ ҳодисасини билишни талаб қилади.

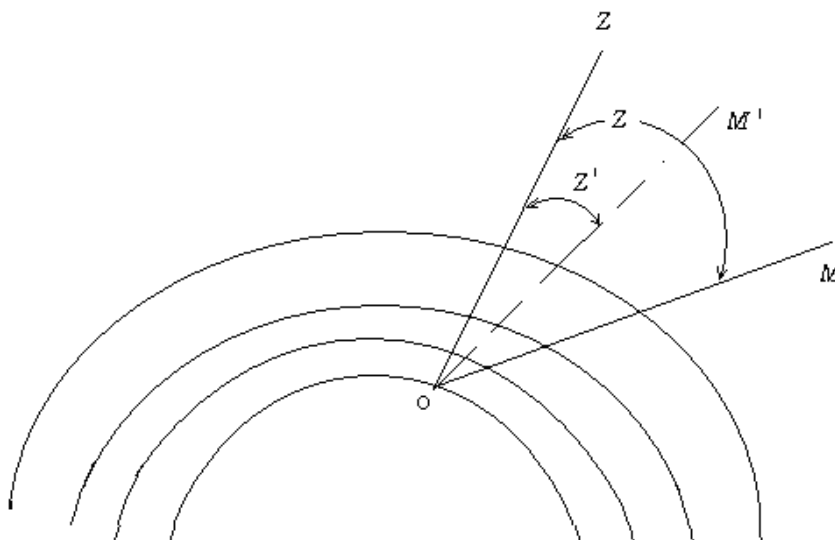
Осмон ёритгичларидан бизга келаётган ёруғлик нурлари ер атмосферасидан ўтганда, ўзининг бошланғич йўналишини ўзгартиради. Чунки, ёритгичдан келаётган ёруғлик фақат бир оптик муҳитда тўғри чизик бўйлаб тарқалади. Ер атмосфераси бир неча қатламдан (тропосфера, стратосфера, мезосфера, термо ёки ионосфера ва экзосфералар) иборат бўлгани учун ёруғлик нури ҳар қатламдан ўтишида сина бошлайди. Ер атмосферасининг қатлами ерга яқинлашган сари оптик зичлиги ортиб борганлигидан нурнинг синиш йўналиши ёритгични горизонтдан кўтарилган ҳолатда кўрсатади. Ёруғлик нури бошланғич йўналишининг бу ўзгариши рефракция дейилади (21-расм).

Зенитда рефракция нолга тенг бўлиб, зенитдан узоқлашган сари у тахминан $t \cdot g Z$ га пропорционал ўзгаради:

$$\rho = K \cdot \operatorname{tg} Z \quad (21)$$

K -рефракция доимийси бўлиб, у ҳаво температураси $+10^\circ\text{C}$ бўлганда ва ҳаво босими 760 мм симоб устунига тенг бўлганда $K=58''$ га тенг бўлади.

Рефракция ҳавонинг зичлигига, унинг температурасига ва босимига боғлиқ бўлади. Шунинг учун ҳам рефракцияни ҳисоблаш учун махсус жадваллар тузилган.

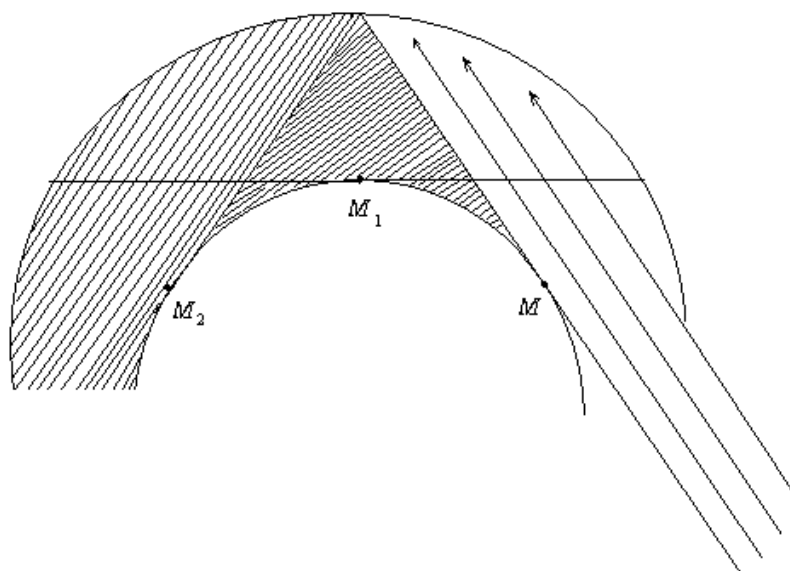


21-расм. Рефракция.

Рефракция натижасида ёритгич горизонтдан кўтарилган ҳолда кўринади, чунки горизонтда рефракция максимум қийматга эришади. Қуёшнинг чиқиши ва ботиш ҳолларида тухумсимон кўринишига сабаб ҳам рефракция ҳодисасидир.

37 §. Оқшом

Рефракция таъсирида кундузнинг давомийлиги ортишини биз ўтган параграфда кўрдик. Оқшом ҳодисаси натижасида ҳам кундузнинг давомийлиги узаяди. Чунки, оқшом қуёш ботгандан сўнгги кундузги ёруғликнинг сўниши ёки қуёш чиқишидан олдинги қуёшнинг шафақланишидир. Бу ҳодиса ер атмосферасининг юқори қатламларида ёруғлик оқимининг сочилишидан келиб чиқади (22-расм).



22-расм.

Расмнинг М нуктасида – кундуз, M_1 нуктасида – окшом ва M_2 нуктасида – тун, ҳолатлари тасвирланган.

M_1 нуктада ҳали қуёш ёғдусининг таъсири бор. Қуёш ботиб горизонтдан 18° пастга тушгунча бўлган ҳолати астрономик окшом дейилади. 18° дан сўнги ҳолатни тун дейилади. Қуёш горизонтдан пастга тушишидан сўнг сунъий ёриткичлардан фойдаланиш ҳолатигача бўлган даврни фуқаровий окшом дейилади. Бу ҳолат қуёшнинг горизонтдан 7° пастга тушганича давом этади. Худди шундай ҳолат эрталабки қуёш чиқишидан олдин ҳам давом этади. Бу ҳолатни эрталабки қуёш шафақлари дейилади.

Амалий астрономияда окшомнинг аҳамияти катта. Масалан, X-XI асрларда Ибн-аль-Хайсам окшом натижасига асосланиб Ер атмосферасининг баландлигини ўлчаган.

Бу усул қуйидагича: окшом билан тун алмашиш чегараси қуёшнинг горизонтдан 18° ботиши бўлади (23-расм).

Агар кузатувчи Ернинг А нуктасида бўлса, М нукта қуёш горизонтдан 18° ботган пайтдаги атмосфера баландлиги нуктаси бўлсин. У ҳолда АСМ бурчак 9° бўлади. САМ тўғри бурчакли учбурчакдан:

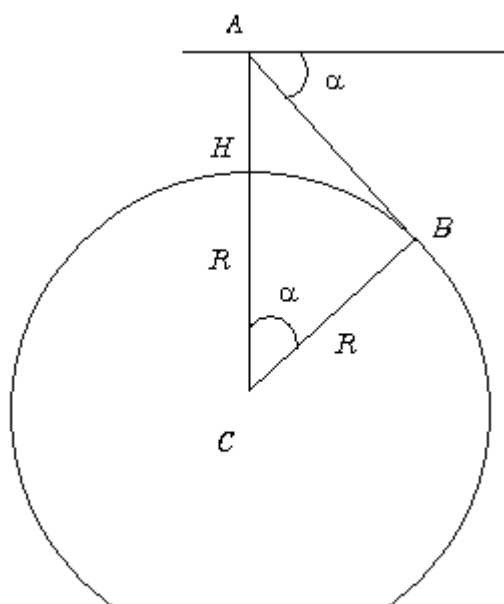
$$\frac{R}{\sin(90^\circ - 9^\circ)} = \frac{R+h}{\sin 90^\circ} \quad (22) \quad \frac{R}{\cos 9^\circ} = \frac{R+h}{1} \quad \text{чунки} \quad \sin(90^\circ - 9^\circ) = \cos 9^\circ$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$R\text{-Ер радиуси, } h\text{-атмосфера баландлиги} \quad \frac{R}{\cos 9^\circ} - R = h; \quad \frac{R - \cos 9^\circ \cdot R}{\cos 9^\circ} = h;$$

$$h = \frac{R(1 - \cos 9^\circ)}{\cos 9^\circ} = 63 \text{ км}$$

Демак, Ер атмосферасининг баландлиги 63 км экан. Албатта бу баландлик, Ер атмосферасининг зич қатлами бўлиб, бу қатлам натижасида окшом ҳосил бўлади.



24-расм

Кузатувчи Ер сферасининг H баландликдаги A нуқтасида бўлсин. ABC учбурчак тўғри бурчакли учбурчак бўлганлигидан, AB томон кўринма горизонтнинг узоклиги $AB^2 = (R+H)^2 - R^2 = 2RH + H^2$

H -кузатувчининг Ер сиртидан баландлиги Ер радиусига нисбатан кичик сон бўлганлигидан формуладаги H^2 қийматни ҳисобга олмасак, охирги формуладан $AB = \sqrt{2RH}$ қийматини топамиз.

Агар кузатувдан кўринма горизонтнинг пасайиши α ни топсак

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{R} = \sqrt{\frac{2H}{R}}; \quad \text{бундан } R = \frac{2H}{\operatorname{tg}^2 \alpha};$$

Беруний шу формула ёрдамида Ер радиусини топган. У фақат рефракция натижасида кўринма горизонтнинг кўтарилишини сезмаган. Агар биз бу формулага рефракция коэффиценти $0,84$ ни қўшсак у қуйидаги кўринишга келади:

$$R = \frac{1,68H}{\operatorname{tg}^2 \alpha}$$

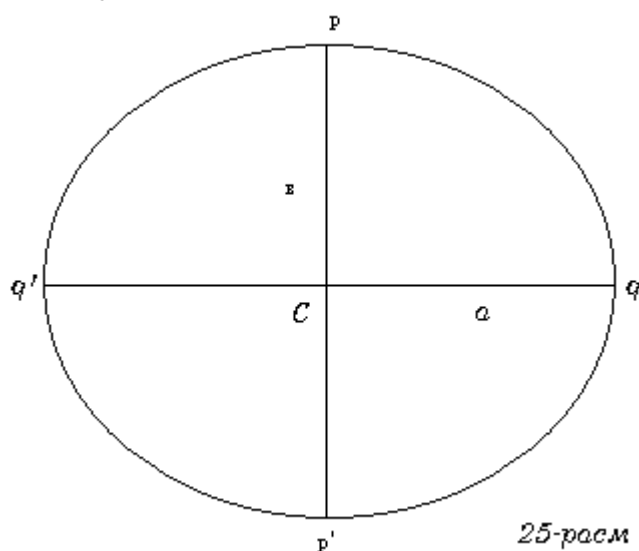
Ўлчашлар Ер айланасининг узунлиги 40000 км га, Ер диаметри эса 12700 км га яқинлигини кўрсатди. 1° ёйнинг узунлиги ўртача

$$\frac{40000}{360} \text{ км} = 111,1 \text{ км га тенг.}$$

Олимлар Ернинг катталиги, ўлчами, радиуси тўғрисида маълумотларга эга бўлишгандан сўнг, энди уни шакли тўғрисида фикр юритишди.

Ернинг шарсимон эканлиги тўғрисидаги фикр қадимдан маълум эди. Аммо, XIX асрда турли географик кенгликлардаги кўпгина меридиан ёйлари ўлчанди. Бу ўлчашлар меридианнинг 1° ли ёйнинг узунлиги экваторда $110,5$ км бўлиб, кутбга яқин жойларда $111,5$ га тенг эканлигини кўрсатди. Демак, меридиан ёйи кутблар яқинида экватордагига қараганда каттароқ радиусли доира қисмини ташкил қилади. Бундан шундай хулоса қилиш мумкин: Ернинг шакли эллипсоидга ўхшайди. Қуйида геодезист Ф.Н.Красовскийнинг Ер эллипсоидининг қайтадан аниқлаган катталикларини келтирамиз. Катта ярим

ўқ (экваториал радиус) $a = 6378,24$ км, кичик ярим ўқ (қутбий радиус) $b = 6356,86$ км уларнинг фарқи $a - b = 21,38$ км.

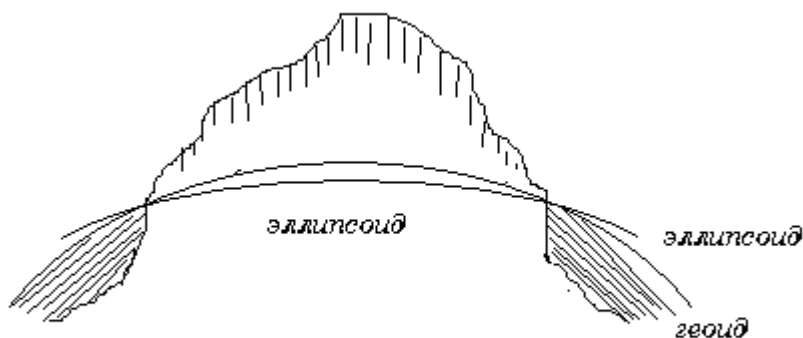


25-расм

Ернинг қутбларини экваторга нисбатан сиқиклиги

$$\text{Ернинг сиқиклиги } \alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{21,38}{6378,24} = \frac{1}{298,3}$$

Геодезияда Ернинг шакли тўғрисида гапирилганда, Ер қобиғининг қаттиқ сирти эмас, балки геоид (26-расм) деб аталган сирти назарда тутилади.



26-расм Геоид ва эллипсоид сиртлар

Геоид – кўтарилишлар, океан ва ҳаво оқимлари билан бузилмаган океан сатҳини материклар ичида давом қилдириш натижасида ҳосил бўлган сиртдир.

Космосдан туриб спутниклар ёрдамида Ернинг олинган расми – Ернинг шакли экваторга нисбатан симметрик эмас эканлигини, қайсики Шимолий ярим шар қабариксимон ва Жанубий ярим шар учлироқ эканлигини кўрсатди.

III бoб. ҚУЁШ СИСТЕМАСИНИНГ ТУЗИЛИШИ

39 §. Материалистик дунёқараш ва гелиоцентрик система жорий этилиши учун кураш

Кузатиладиган осмон ҳодисаларини тўғри тушуниш асрлар оша вужудга келди. Инсон онги Олам сирларини билишда ожизлик қилгани учун барча нарса ва ҳодисаларнинг сабабчиси қандайдир илоҳий куч деб ҳисобланган. Ҳатто қадимда мунажжимлар ҳам дин пешволарининг номи билан фикр юритишган. Фазодаги ҳар бир ҳодисаларни “худонинг амри” билан боғлашган. Юлдузлар осмонида ҳалқасимон ҳаракат қилаётган ёритгичларни, ҳаракат сирларини тушунмасдан уларга “худолар” деб ном беришган. Масалан, Меркурийга “савдо худоси”, Венерага “гўзаллик худоси”, Марсга “уруш худоси”, Юпитерга “яхшилик худоси” ва Сатурнга “ёмонлик худоси” деб, бу сайёраларни худолар тимсолида кўришган. Қадимги юнон афсоналарига кўра, осмонда кўндаланг йўналган Сомон йўлининг дурдона (юлдуз) ларини “юнон худосининг кўкрагидан отилиб чиққан сут” деб талқин қилганлар.

Табиат сирлари қошида лол қолган қадимги кишиларнинг тасаввурида, бутун мавжудотни “худолар” яратган.

Турли халқларнинг диний, муқаддас китобларида оламнинг пайдо бўлиши тўғрисида асоссиз фикрлар тарғиб қилинган. Жумладан яҳудийларнинг “Таврот”ида кўйидаги сўз битилган: “Бутун дунёни худо яратган” ёки мусулмонларнинг Қуръонида ёзилишича, - Оллоҳ ўн саккиз минг оламини (нарсаларнинг турларини) бир ҳафтада яратган. Чунончи, якшанбада ва душанба кунлари Ерни, сешанба куни тоғларни, чоршанба куни дарахт, ўсимлик ва сувни, пайшанба куни осмонни, жума куни юлдузларни, шанба куни қолган бошқа жонзодларни яратиб, Оллоҳ ўз ишига якун ясаган эмиш. Одам Худо томонидан тупроқдан (баъзи оятларда чанг, лой, томчидан) яратилган дейилган.

Бундай идеалистик дунёқараш билан нарса ва ҳодисаларнинг туб моҳиятини очиб бериш мутлақо мумкин эмас.

Оламнинг пайдо бўлиши ва таракқиёти фақатгина материалистик нуктаи назардан илмий асосда объектив исботлансагина унинг туб маъносини тушуниш мумкин.

Юнон мутафаккири Милетли Фалес милоддан аввалги 6-асрдаёқ қадимги афсонавий ва диний тушунчаларга ўзининг материалистик дунёқарашини билан зарба берган эди. Масалан, у “Ҳамма нарса моддий ва бутун коинот бирламчи модданинг табиий равишда сифат жиҳатдан ўзгариши натижасида вужудга келган” деган фикрни айтган бўлса, Гераклит (милоддан аввалги 530-470 йиллар) эса “Фазони худо ҳам, одам ҳам яратган эмас, у боқийдир, ўзида яшовчилари ва сўнувчилари билан абадийдир”, - деган илғор фикрларни билдирган.

Юнон математиги Пифагорнинг (мил.авв.6-а) асарларида Ернинг шарсимон эканлиги ҳақида фикрлар ёзилган, унинг мактабида эса Ер ва барча ёритгичлар марказий олов атрофида айланади деган фикрлар берилган. Аммо

буюк файласуф Аристотель (мил.авв. IV аср) фикри олам марказида Ер бўлган умумий системадир, деган ғояни илгари сурди. Мана шу пайтдан бошлаб, оламнинг назарий жиҳатдан тасаввур қилиниши геоцентрик системага асосланди.

Милоддан аввалги 3 асрда яшаган Самоссли Аристарх Пифагор ва унинг мактаби олимларининг фикрини қўллаган ҳолда оламнинг марказида Қуёш ётади, унинг атрофида Ер ва планеталар айланади, деган фикрни берди ва гелиоцентрик системани олдиндан айтиб бера олди.

Эрамининг 2 асрига келиб юнон астрономи К.Птолемей, ўзидан 5 аср олдин ижод қилган юнон файласуфи Аристотель фикрини давом эттирди. У геоцентрик системани ўз фикрича асослади. У оламнинг маркази атрофида ҳамма ёриткичлар айланадиган шарсимон, кўзгалмас Ерни жойлаштирди.

40 §. Оламнинг геоцентрик системаси

Осмон гумбазида планеталарнинг юлдузлараро сиртмоқсимон ҳаракати олимлар олдида жуда кўп муаммоларни қўйди.

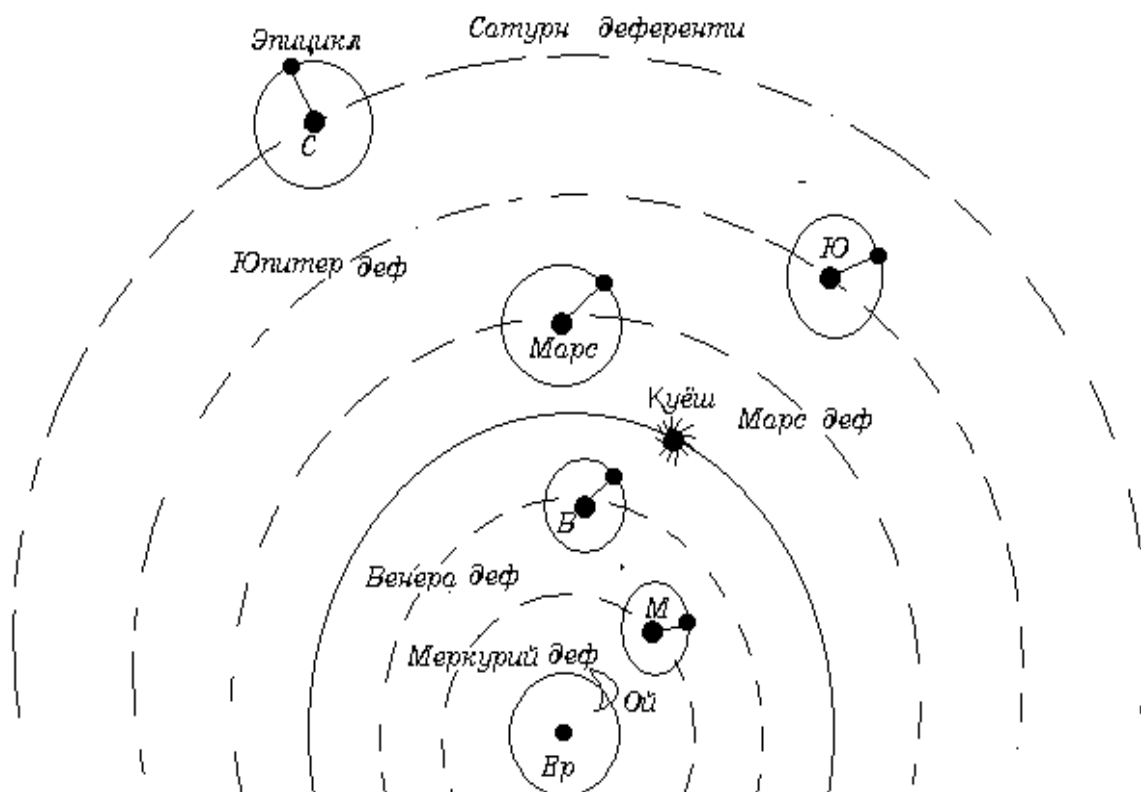
Венера ва Марс планеталаридан ҳосил бўлган «сиртмоқлар» катта сиртмоқ эканлиги, Меркурий, Юпитер ва Сатурн планеталарининг ҳосил қилган сиртмоқлари кичик сиртмоқлар эканлиги, аммо Ой ва Қуёш осмон гумбазида “сиртмоқ”сиз ҳаракатланиши олимларнинг бу системани чуқурроқ ўрганишга мажбур қилди.

Бу муаммони ҳал қилиш учун биринчи бўлиб Евдокс сфераси системаси деб номланган системани қўллашга ҳаракат қилди. Бу системага мувофиқ, осмон ёриткичлари хрустал сфераларга беркитилган бўлиб, уларнинг текис айланиши (ҳар хил тезликда) осмон гумбази айланиши ҳамда планеталар, Ой ва Қуёш ҳаракатининг кўринма манзарасини ҳосил қилади. Лекин бу уриниш муваффақиятсизликка учради, чунки Евдокс схемаси билан осмон ёриткичларининг ҳақиқий ҳаракатларини тушунтириб бўлмади. Шунинг учун қадимги замоннинг энг улуғ астрономларидан бири Клавдий Птолемей сфералар системасини рад қилди ва ёриткичлар ҳаракатларини қўшиш билан тушунтиришга уринди.

Птолемей ўзининг “Альмагест” китобида олам тузилишини қуйидагича баён қилади.

Чегараланган ва сферик шаклдаги ўзининг марказига жойлашган шарсимон Ер атрофида текис айланади, Ер атрофида Ой, Қуёш ва планеталар, (Ердан ҳисоблаганда) қуйидаги тартибда айланадилар: Ой, Меркурий, Венера, Қуёш, Марс, Юпитер, Сатурн.

Планеталарнинг сиртмоқсимон ҳаракатларини тушунтириш учун эпицикллар схемаси қўлланилди (27 расм). Яъни ҳар бир планета кичик доира – эпицикл бўйлаб ҳаракатланади; эпициклнинг маркази Ер атрофида катта доира – деферент бўйлаб айланади.



27-расм. Птолемей таълимоти бўйича планеталар системасининг айланиш схемаси

Планеталарнинг кўринма ҳаракатидаги нотекисликни тушунтириш учун Ер деферент доиранинг маркази (эксцентрик доира)да жойлашмаган деб фарз қилинади. Шунинг учун планетанинг кўринма ҳаракати орбитанинг узоқроқ нукталарида секинроқ, яқинроқ нукталарида эса тезроқ бўлади.

Птолемей планеталарнинг деферент ва эпицикллар бўйлаб қиладиган ҳаракатлари тезлигини ҳамда деферент ва эпицикллар радиуслари нисбатини танлаб олиб, планеталарнинг вазиятини олдиндан айта олишга имкон берадиган планеталар ҳаракати жадвалларини яратди. Птолемей жадваллари узоқ вақт ишлатиб келинди; буни сабаби, унинг анча аниқлигидир, жадвалларнинг хатоси бир неча ёй минутидан ортмас эди.

Птолемей системаси принципиал нотўғри бўлишига қарамай, ҳақиқий ҳаракатлар кинематикасини ўша вақт учун етарли аниқликда баён қилишга имкон бериб келди. Аммо Птолемей кинематик системасининг ҳам диққатни жалб қиладиган хусусиятлари бор эди. Масалан, Птолемей системасида Куёшнинг қўшнилари бўлган Венера ва Марснинг эпицикллари бўлгани ҳолда негадир Куёшнинг эпицикли йўқ. Ёки юқори планеталарнинг эпицикллари маълум қонун асосида кичиклашиб бориши (Марсда энг катта, Юпитерда кичикроқ ва Сатурнда энг кичик) ва эпицикллар бўйлаб айланиш даври аниқ бир йилга тенглиги ва ҳоказо. Бу тушунмовчиликлар Птолемей системасини анча мураккаблаштирар эди. Птолемей тарафдорлари планеталарнинг кузатилаётган ҳаракатларини Ер атрофида деферент ва эпицикллар бўйлаб қиладиган айланма ҳаракат билан мослаштиришга уриниб, Птолемей системасига асосан тузилган олам манзарасини янада мураккаблаштирдилар. Натижада бу система ихтиёрий ва асоссиз бўлиб кўринар эди. Фақат буюк поляк олими Николай Коперник бу масалани ҳал этишга муваффақ бўлди.

41 §. Коперникнинг гелиоцентрик системаси.

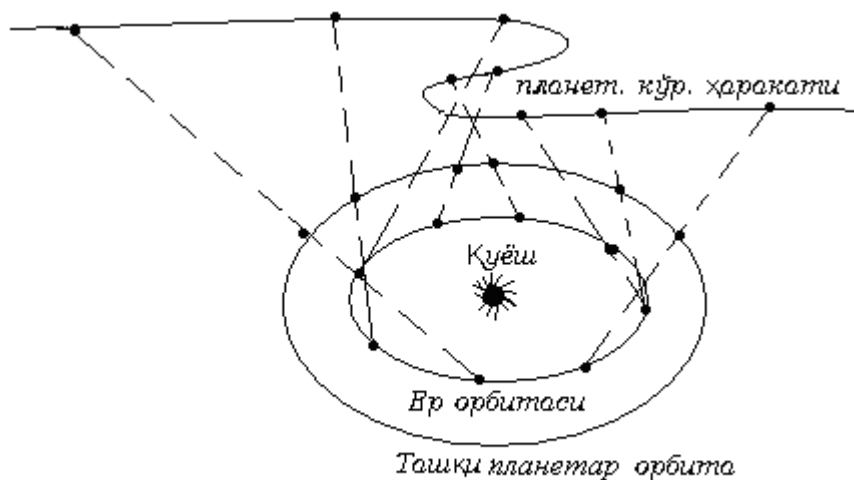
1543 йилда Николай Коперник (1473-1543 йй.) “Осмон сфераларининг айланишлари ҳақида” деган асарини нашр этди. Бу китобда Коперник Птолемей системасидаги Қуёш ва Ернинг ўринларини алмаштириб, яъни Ер ҳам бошқа планеталар билан бирга қўзғолмас Қуёш атрофида айланади деб олиб, янги дунёқарашга асос солди ва фанда революцион бурилиш ясади. Бу системанинг асослари қуйидагича:

1. Планеталар Ер атрофида эмас, балки Қуёш атрофида айлана орбиталар бўйлаб текис ҳаракатланади.

2. Ер планеталардан бири бўлиб, у ҳар йили Қуёш атрофида айлана бўйлаб ҳаракат қилади, бу айлана текислиги эклиптика текислигидир.

3. Ер сутка давомида эклиптикага оғма бўлган ўқ атрофида айланади.

Шундай қилиб, Коперник назариясига мувофиқ, планеталар ҳамма вақт Қуёш атрофида бир томонга тўхтовсиз ва ҳеч қандай тескари ҳаракатсиз айланадилар. Планеталар чизадиган сиртмоқларнинг ҳосил бўлиши, планеталарни ҳаракатланаётган Ердан туриб кузатишимизнинг оқибатидир (28-расм).



28-расм. Ердан туриб кузатилганда планетанинг проекцияси осмонда сиртмоқ чизади. (чизма “ён томон” проекциясидан иборат).

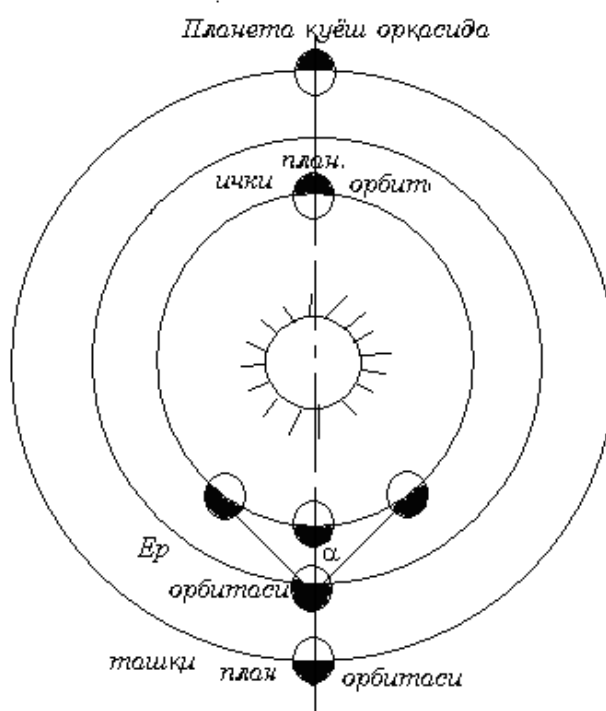
Ернинг ҳаракат қилиши қадим замонлардаёқ айтиб ўтилган эди. Масалан, юнон астрономи Самосли Аристарх милoddан аввалги III асрда Ернинг ҳаракати тўғрисида тасаввурларни айтган эди. Аммо бу ғоялар ўша вақтнинг механика қонунларига зид эди. Птолемей “Агар Ер ҳаракат қилганда эди, ҳаво ва ҳавода учиб юрадиган жисмлар орқада қолар эди.” деб Аристархнинг фикрини рад қилган эди. Шунинг учун Ернинг ҳаракати тўғрисидаги ғоя ривожланмаган эди. XI асрда Шарқ мамлакатлари баъзи бир олимлари Ер ҳаракати тўғрисида ўз фикрларини олдинга сурдилар. Масалан, Абу Райҳон Беруний “Ер ҳаракат қилади, лекин у бизга гўё қўзғолмасдай кўринади” деган фикрни исботлашга уринган.

42 §. Планеталарнинг конфигурациялари

Планеталар, Ер ва Қуёшнинг бир-бирларига нисбатан ўзига хос жойлашишлари планеталарнинг конфигурациялари деб аталади.

Аввало шуни айтиш керакки, сайёраларнинг Ердан кўриниш шарт-шароитлари ички ва ташқи планеталар учун ҳар хил бўлади. Ички сайёра Ер билан Қуёш оралиғида ёки Қуёшнинг орқасида бўлиши мумкин. Бундай вазиятларда планета Қуёш нурларида кўринмайди. Бундай вазиятлар планетанинг Қуёш билан қўшилиши дейилади.

Сайёра қуйи қўшилишида Ерга энг яқин ва юқори қўшилишида Ерга энг узоқда бўлади (29-расм).



29-расм Планеталарнинг конфигурациялари.

Ердан Қуёшга ва ички сайёрага бўлган йўналишлар орасидаги бурчак доимо ўткирлигича қолиб, ҳеч қачон маълум катталиқдан ошмаслигини кўриш қийин эмас. Бундай катталиқдаги чегаравий бурчак сайёранинг Қуёшдан энг катта узоқлашиши элонгацияси дейилади. Меркурийнинг энг катта элонгацияси 28° га, Венераники эса 48° га тенг. Шунинг учун ички сайёралар доимо Қуёшга яқин бўлган жойда, эрталаб осмоннинг шарқий томонида ёки кечқурун осмоннинг ғарбий томонида кўринади. Меркурий Қуёшга жуда яқин бўлгани учун уни бевосита кўриш имкони камдан кам бўлади.

Венера осмонда Қуёшдан катта бурчакка узоқлашади ва у ҳамма юлдуз ва сайёралардан ёруғроқ кўринади. Венера Қуёш ботгандан кейин ҳам осмонда узоқ вақт кечки шафақ нурларида қолиб, ҳатто унинг фонида аниқ кўриниб туради. У шунингдек эрталабки шафақ нурларида ҳам яхши кўринади. Умуман, ички сайёраларни ярим кечада осмоннинг жанубий томонида кўриб бўлмайди.

Ташқи планеталар ҳам ички планеталарга ўхшаб Ерга нисбатан Қуёшнинг орқа томонида (у билан қўшилишда) бўлишлари мумкин, бунда улар ҳам Қуёш

нурларида кўринмай кетади. Лекин улар Ер – Қуёш тўғри чизиғи давомида ҳам бўлиши мумкин. Бу вақтда Ер планета билан Қуёш оралиғида бўлади. Бундай конфигурация рўпара туриш дейилади. Бундай ҳол планетани кузатиш учун жуда қулай, чунки бундай вақтларда, биринчидан, планета Ерга яқин, иккинчидан у Ерга ўзининг ёритилган ярим шари билан ўгирилган ва учинчидан, осмоннинг Қуёшга қарама-қарши бўлган жойида турган планета ярим кечада юқори кульминацияда бўлади. Бинобарин, ярим кечадан олдин ва кейин узоқ вақт кўринади.

43 §. Планеталарнинг сидерик ва синодик даврлари

Планеталарда ҳам Ойдаги сингари сидерик ва синодик айланиш даврлари бор. Планетанинг юлдузларга нисбатан икки марта кетма-кет бир вазиятда бўлиши орасида ўтган вақт юлдуз ёки сидерик айланиш даври дейилади. Кетма-кет келган икки юқори бирлашиш ёки кетма-кет келган икки рўпара туриш орасида ўтган вақт синодик айланиш даври деб аталади.

Ойдаги каби планеталарнинг ҳам синодик ва сидерик айланишлари орасида боғланиш бўлиб, у синодик ҳаракат тенгламаси орқали қуйидагича ифодаланади:

$$\text{Қуйи (ички) планета учун} \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{E} \quad (1)$$

$$\text{ва юқори (ташки) планета учун} \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{E} - \frac{1}{T} \quad (2)$$

бунда S – планетанинг синодик, T эса планетанинг юлдуз (сидерик) айланиш давридир; E – Ернинг сидерик айланиш даври (юлдуз йили).

S кузатишдан аниқланади, T эса (1) ва (2) тенгламалардан ҳисоблаб топилади. Қуйида ҳамма катта планеталарнинг сидерик ва синодик айланиш даврлари келтирилган. Бунда ҳар бир планетанинг тескари ҳаракати қандай ёйга тенглиги ва планета шу ёй бўйлаб неча сутка давомида ҳаракат қилиши ҳам кўрсатилган.

Планеталарнинг номи	Сидерик айланиш даври	Синодик айланиш даври	Тескари ҳаракат ёйи	Тескари ҳаракатланишнинг давомлилиги
Меркурий	88 сутка	116 сутка	12°	17 сутка
Венера	225	1 йил 217 с.	16°	41
Ер	1 й.365,26 с.	-	-	-
Марс	1 й.322 с.	2 й.50 с.	16	70
Юпитер	1 й.315 с.	1 й. 34 с.	11	120
Сатурн	29 й.167 с.	1 й. 13 с.	6	137
Уран	84 й. 5 с.	1 й.4 с.	4	151
Нептун	164 й. 287 с.	1 й. 2 с.	3	160
Плутон	248 й. 155 с.	1 й. 1 с.	2,5	165

44. Қуёш системасида масофаларни аниқлаш

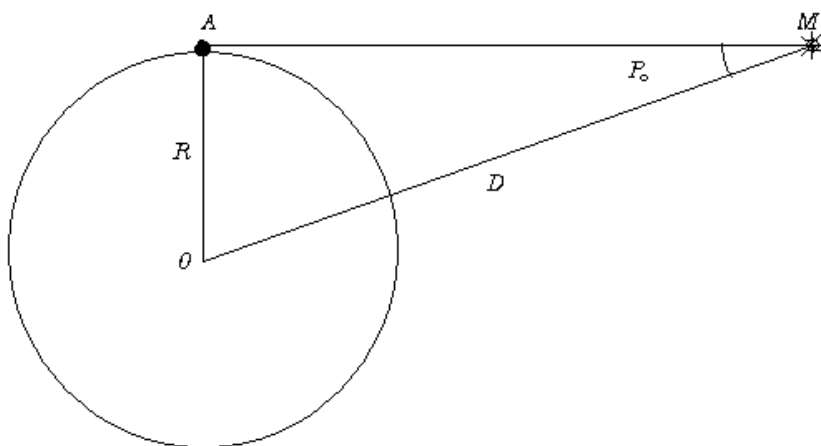
Қуёш системасида планеталаргача бўлган масофаларни ўлчаш худди Ерга бориб бўлмайдиган предметларгача бўлган масофаларни ўлчаш принципига асосланиб уни бир неча хил усуллари бор.

1. *Масофаларни аниқлашнинг геометрик усули.*

Планеталаргача бўлган масофаларни аниқлашнинг геометрик усули паралактик силжиш ҳодисасига асосланади.

Икки турли нуқтадан кузатилаётган айни бир жисмга бўлган йўналишлар орасидаги бурчак шу жисмнинг паралактик силжиши деб аталади.

Паралактик силжиш орқали масофани аниқлаш учун аниқ ўлчамга эга бўлган базис танланиши керак. Худди шундай базис вазифасини Ер радиуси R бажаради. Ва планетани кузатувчига нисбатан горизонт ҳолатида кузатиш мақсадга мувофиқдир. Бундай ҳолатга горизонтал параллакс P дейилиб Ердан планетагача бўлган масофа D ни топиш мумкин (30-расм).



30-расм Ёритгичнинг горизонтал параллакси.
ОАМ тўғри бурчакли учбурчакдаги

$$D = \frac{R}{\sin P_0} \quad (3) \quad \text{бўлиб, } P_0 \text{ горизонтал параллаксдир. Параллакс маълум}$$

бўлганда масофани аниқлаш осон бўлганидан “масофаларни ўлчаш” сўзига “параллаксларни ўлчаш” дейиш қабул қилинган. Ойнинг горизонтал параллакси $57'$ га тенг. Ой осмон жисмлари ичида параллакси энг катта бўлган жисмдир. Энг яқин планеталарнинг параллакси ҳам камдан-кам ҳоллардагина $1'$ дан ортиқ бўлади.

Ойдан бошқа ҳамма ёритгичларнинг параллакси жуда кичкина бўлгани учун кичик ёйларнинг синусларини ёйнинг ўзига тенг деб олиб (3) формулани соддалаштириш мумкин.

$$\text{У ҳолда } D = \frac{R}{P_0} \quad (4) \text{ бунда } P_0 \text{- радианлар билан ифода қилинади.}$$

$$\text{Агар бир радиан } \frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{360^\circ}{2 \cdot 3,1416} = 57^\circ 16' 45'' = 206265 \text{ эканлигини ҳисобга}$$

олсак ва (4) формулани секундларда ифодаласак қуйидаги формулани топамиз:

$$D=206265 \frac{R}{P_0''}; \quad (5)$$

2. Масофаларни аниқлашнинг радиолокацион усули.

1940-йилларига келиб, радиотехника осмон жисмларигача бўлган масофаларни радиолокация воситасида аниқлашга имкон берди.

Радиотўлқинлар ёрдамида объектни топиш ва унинг турган жойини ҳамда уларгача бўлган масофани аниқлаш радиолокация деб аталади. Радиолокация қурилма (радиолокатор) узатувчи ва қабул қилувчи қисмлардан иборат. Радиолокацияда ўта юқори (10^8 - 10^{12} Гц) частотали электр тебранишлардан фойдаланилади. Ўта юқори частотали кучли генератор аниқ йўналган тўлқин тарқатувчи антенна билан боғланган. 10 см тартибидаги ва ундан ҳам қисқа тўлқинларда ишлайдиган радиолокаторларда бундай тўлқинни параболик шаклдаги антенналар ҳосил қилади.

Нишонга юборилган тўлқин, унга тегиб орқага қайтади. Қайтган тўлқинни ўша тарқатувчи антеннанинг ўзи ёки худди шундай тузилган бошқа қабул қилувчи антенна тутиб олади.

Нишонгача бўлган масофани аниқлаш учун импульсли тарқатиш режимидан фойдаланилади, яъни передатчик тўлқинларни қисқа муддатли импульслар тарзида тарқатади. Бундай импульсни ҳар бири секунднинг миллиондан бир улушича вақт давом этади, импульслар орасидаги вақт эса ундан 1000 марта катта бўлади. Худди ана шу паузалар вақтида қайтган тўлқин қабул қилинади.

Нишонгача бўлган D масофани радиотўлқинларнинг нишонгача бориб қайтиши учун кетган t вақтни ўлчаб аниқланади. Радиотўлқиннинг атмосферадаги $C=3 \cdot 10^8$ м/с тезлиги амалда ўзгармас бўлганлиги сабабли,

$$D = \frac{Ct}{2} \quad (6)$$

Радиотўлқинларнинг сочилиши натижасида передатчик узатган энергиянинг жуда оз қисмигина приёмникга етиб келади. Шу сабабли радиолокаторларнинг приёмниклари қабул қилинган сигнални миллион-миллион (10^{12}) марта кучайтиради.

Совет ва Америка олимлари радиолокация ёрдамида Меркурий, Венера, Марс ва Юпитергача бўлган масофаларни қайта аниқладилар.

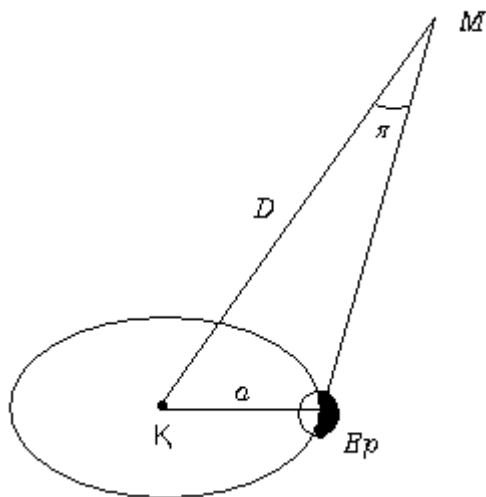
1946 йилда Америка ва Венгрия олимлари Ой сиртидан қайтган сигналларни қабул қилиш тажрибаларини ўтказган бўлса, 1961 йилда Совет олимлари радиолокация ёрдамида Венерани ўз ўқи атрофида айланишини аниқлашди. Ҳозирги вақтда Қуёш системасининг бошқа планеталарига оид радиолокацион ўлчашлар амалга оширилмоқда.

45 § . Суткалик ва йиллик параллакс.

Ер ўз ўқи атрофида айланиши натижасида осмон ёритгичлари кузатувчининг гоҳ горизонтида, гоҳ зенитида бўлиб, шарқдан ғарбга томон кўринма ҳаракатда бўлади.

Ёритгич параллакси горизонтда максимум ва зенитда ноль қийматига тенг бўлганидан горизонтал параллаксни “суткали параллакс” дейилади. Бу ҳолда кузатувчи албатта, Ер экваторида бўлса “базис” қилиб олинадиган Ернинг радиуси энг катта қийматга эга бўлади. Аммо бу базис билан фақат планеталаргача бўлган масофани аниқ ўлчаш мумкин.

Агар Ернинг Қуёш атрофида айланишини ҳисобга олсак ва Ердан Қуёшгача бўлган масофани базис деб танласак, юлдузнинг йиллик параллаксини ёки юлдузгача бўлган масофани аниқлаш мумкин (31-расм).



31-расм. Юлдузнинг йиллик параллакси

Йиллик параллакс гипотенузаси Қуёшдан юлдузгача бўлган масофага, кичик катети Ердан Қуёшгача бўлган масофанинг ўртачасига тенг бўлган учбурчакнинг кичик бурчагидир. Уни π билан белгиланади. Бунда Ердан Қуёшгача бўлган масофа базис бўлиб, у астрономик бирликка тенг бўлади.

Эклиптиканинг кутбида бўлмаган ҳамма юлдузлар бир йилда катта ўқи эклиптикага параллел бўлган эллипслар чизади, эклиптикадаги юлдузлар учун бундай эллипслар тўғри чизикка айланади.

Параллактик эллипсларнинг катта ярим ўқлари юлдузларнинг йиллик параллаксларига тенгдир.

Агар юлдузнинг π параллаксини ўлчаш мумкин бўлса, юлдузнинг узоқлиги D қуйидагича формуладан топилади.

$$D = \frac{a}{\sin \pi} \quad (7)$$

бунда a - астрономик бирлик, π бурчак кичик бўлганидан синусни бурчак билан алмаштириш мумкин, бурчакни секундлар билан ифодалаб ва $a = 1$ деб, қуйидагини топамиз:

$$D = \frac{206265}{\pi''} \text{ астрономик бирлик} \quad (8)$$

Юлдузларнинг паралактик силжишини биринчи бўлиб Николай Коперник 1543 йилда айтган эди. Аммо бу жуда кичик бурчак бўлганидан уни оддий кўзда сезиш қийин. Шунинг учун ҳам бундай уринишлар ё муваффақиятсиз чиқди, ёки янги ҳодисаларнинг очилишига сабаб бўлди.

Масалан, 18-асрнинг бошида Брайлей параллакс ўрнига ёруғлик абберацияси ҳодисасини, В.Гершель эса ўша асрнинг охирида кўшалок юлдузлар системасидаги орбитал ҳаракатни кашф қилди.

Фақат 1838-39 йилларга келиб Россияда В.Я.Струве, Германияда Бессель ва Англияда Гендерсон юлдузлар параллаксини мустақил равишда биринчи марта ишонарли ўлчай олдилар. Бундай ўлчамларни ўтказиш жуда қийиндир, чунки ҳамма вақт I'' дан кам бўлган бурчакларни ўлчашга тўғри келади.

Ҳозирги вақтда параллакслар фотосуратлар бўйича ўлчанади. Минглаб юлдузларнинг параллакслари ҳозирги пайтда бизга маълум.

Суткали параллакс ёки горизонтал параллакс Ернинг ўз ўқи атрофида айналишини исботласа, йиллик параллакс Ернинг Қуёш атрофида айланишининг исботлайди.

46 §. Ёруғлик абберациясининг кашф этилиши.

Англиялик астроном Брайлей Аждар юлдуз туркумининг γ юлдузини оғишини бир неча бор текширди. Унинг мақсади йиллик параллаксни аниқлаш эди. У юлдуз вазиятида йиллик даврга эга бўлган ўзгаришлар юз бераётганини сезиб қолди. Бу ўзгаришлар Ернинг ҳаракати билан боғлиқ эканлиги шубҳасиз бўлсада, аммо унинг йўналиши кутилаётган параллактик силжишга мос келмас эди. Параллактик силжиш юлдузнинг вазиятига қандай таъсир қилишини 45-§ да баён қилинган эди. Яъни йил давомида эллипс, айлана ёки тўғри чизик чизади. Худди шундай ҳодиса бунда ҳам бор. Аммо, Брайлей кашф этган силжиш эса қуйидагича:

1.Эклиптика кутби яқинидаги ҳамма юлдузлар йил давомида бир хил радиус ($20''/5$) ли доира чизади, демак, силжиш катталиги юлдузнинг узоқлигига боғлиқ бўлмайди.

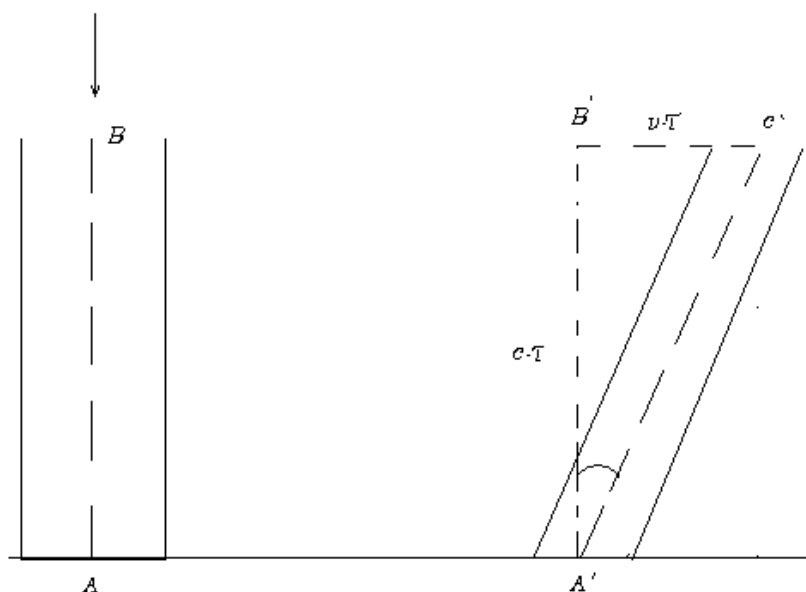
2.Юлдузнинг доира марказидан исталган пайтдаги силжиши Қуёш томонга йўналган бўлмай, балки эклиптикада Қуёшдан 90^0 ғарбда ётган нуқтага йўналгандир. Шунинг учун юлдуз параллактик силжишга нисбатан $\frac{1}{4}$ давр орқада қолаётганга ўхшайди. Шу ҳодисага юлдуз абберацияси деб аталади.

Эклиптика кутби яқинида жойлашмаган юлдузлар катта ўқи эклиптикага параллел бўлган эллипслар чизади. Эклиптикада эллипс тўғри чизикқа айланади. Ҳамма абберация эллипсларнинг катта ярим ўқлари, юлдузларнинг узоқлигидан қатъий назар $20''/5$ га тенг.

Шундай қилиб юлдузлар ҳам абберация, ҳам параллакс натижасида силжиб, иккала ҳол ҳам Ернинг ҳаракатини исботлайди.

Абберация аслида юлдуздан келаётган ёруғлик ҳаракати билан Ернинг ўз орбитасидаги ҳаракатининг қўшилишидан келиб чиқадиган натижадир. Масалан, ёруғлик тезлиги қанчалик тез бўлишидан қатъий назар телескоп объективидан унинг окуляригача бўлган масофани босиб ўтгунча, Ер телескоп билан бир оз орбита йўналишида силжийди. Юлдузнинг ҳақиқий ўрнига телескопни йўналтириш учун уни маълум бурчакка буриш зарурдир.

Айтайлик ёруғлик заррачалари C тезликда BA йўналиш бўйича ҳаракатлансин.



32-расм. Абберацияни тушунтириш.

Агар телескоп трубаси ҳаракатсиз бўлса, унинг оптик ўқи BA йўналишида бўлади. Ер ўз орбитаси бўйлаб v тезликда ҳаракатлангани учун, заррача объективдан ўтиб окулярга келгунча, оптик ўқдан ўтгунча маълум бурчакга оғади. Ёруғлик заррачасининг оғмаслиги учун телескоп трубасини маълум бурчакка буриш лозим. Бу бурилиш бурчаги $v\lambda$ масофада бўлиши шарт. τ - заррачанинг телескоп объективидан окуляригача ўтиши учун кетган вақт.

Расмдаги учбурчакдан трубанинг бурилиш бурчагини ҳисоблаш осон, $\Delta A'B'C'$ дан $B'C' \tan \varphi$ бундан $B'C' = v\tau$ қайсики бу қиймат τ вақт ичида трубанинг босиб ўтган йўли; $B'A' = C'\tau$ - қиймат ёруғлик заррачасининг τ вақт ичида ўтган йўли; у ҳолда $\frac{v}{c} = \tan \varphi$ ёки $C = \frac{v}{\tan \varphi}$ бўлиб, φ - абберация бурчаги дейилади.

Худди шу формула ёрдамида Джемс Брадлей 1728 йилда ёруғлик тезлигини $C = 303\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ эканлигини топган эди.

47 § Юлдузларнинг узоқликлари.

Юлдузларгача бўлган масофаларни аниқлашда километр ёки астрономик бирлик ($1 \text{ а.б.} = 150\,000\,000 \text{ км}$) да ифодалаш мақсадга мувофиқ эмас. Чунки бу бирликлар юлдузларгача бўлган масофани аниқлашда жуда кичик ўлчам бўлади. Шунинг учун астрономияда ёруғлик йили ёки парсек деган ўлчамлар қабул қилинган.

Ёруғликнинг бир йилда босиб ўтган йўли бир ёруғлик йили дейилади. У $9,5 \cdot 10^{12} \text{ км}$ га тенг.

Бизга энг яқин юлдуз – Центаврнинг энг ёруғ α юлдузининг (жанубий ярим шардагина кўринади) узоқлиги 4,3 ёруғлик йилига тенг, яъни ундан ёруғлик бизга 4,3 йилда етиб келади. Равшан юлдуз Сириуснинг биздан узоқлиги 8,7 ёруғлик йили. “Олтин қозик” Қутб юлдузидан бизга келаётган нур 600 йилда етиб келади.

Астрономияда ёруғлик йили ўрнига кўпинча бошқа бирлик – парсек (“параллакс-секунд” сўзининг қисқартирилгани) ишлатилади. Бу параллакси $1''$ га тенг бўлган юлдузнинг узоқлиги бўлиб, 206265 астрономик бирликка ёки $3,1 \cdot 10^{13}$ км га тенгдир. Агар юлдузларгача бўлган масофани парсеклар билан ифода қилинса, (8) формула яна ҳам соддалашади:

$$D = \frac{I}{\Pi''} \text{ парсек} \quad (9)$$

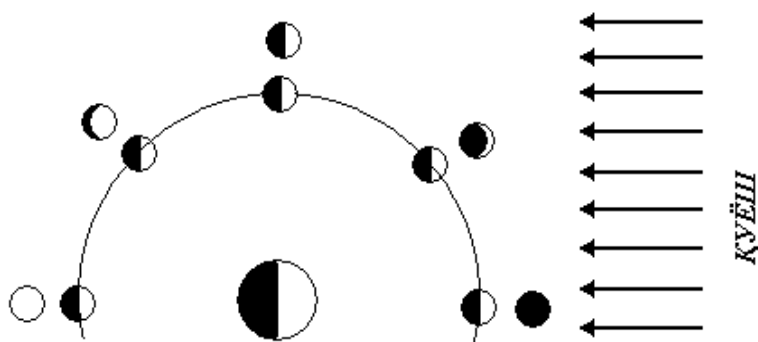
1 парсек = 3,26 ёруғлик йилига тенг эканлигини ҳисобга олсак

$$D = \frac{3,26}{\Pi''} \text{ ёруғлик йили} \quad (10)$$

Шуларни ҳисобга олсак, Центаврнинг α си биздан 1,3 парсек узоқда, Сириус -2,7 парсек ва параллакси $0'',01$ бўлган юлдуз 100 парсек узоқда бўлади.

48-§ Ой ва унинг фазалари.

Ой – Ернинг табиий йўлдошидир. Ойнинг турлича (ўроқ шаклида, доира ва ҳоказо) кўриниши фазалари деб аталади. Ойнинг фазалари, Ойни Қуёш билан ёритилиши туфайли ҳосил бўлади. Қуёш нурлари Ойнинг ҳар доим ярим сиртини ёритади. Аммо Ой Ер атрофида айланиб ҳаракатлангани учун унинг ёритилган қисмини ҳар хил фаза – шаклларда кўрамиз (33-расм).



33-расм. Ой фазаларининг ҳосил бўлиши.

Янгиой пайтида, Ой Қуёш билан Ер орасидан ўтаётганда, бизга унинг қора томони ўгирилган бўлади. Бу вақтда Ой мутлақо кўринмайди. Икки-уч кундан сўнг, яъни Ой Қуёшдан $25-30^\circ$ Шарққа силжигандан кейин, бизга ёритилган ярим шарининг кичкина қисми кўринади. Бу вақтда Ой, қавариқ томони ўнгга (Қуёшга) қараган ингичка ўроқ шаклида кўринади ва биз уни Ой икки ёки уч кунлик бўлибди, деймиз. Ой дискининг ёруғ қисмини қора

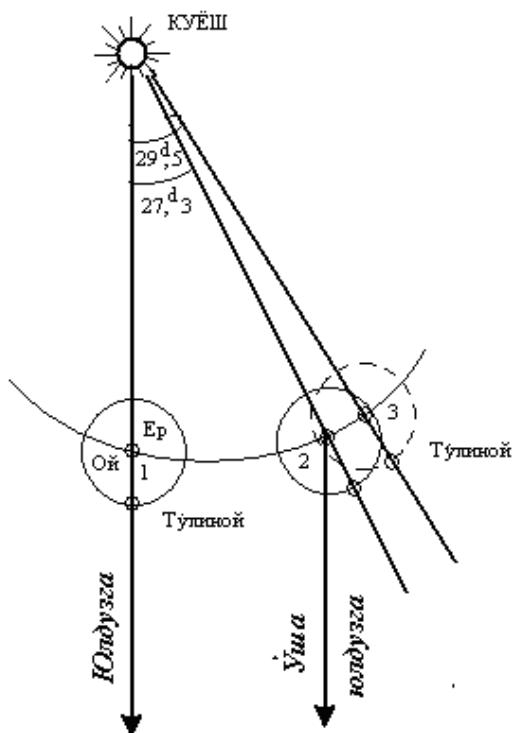
қисмидан ажратадиган чизик терминатор деб аталади ва у ҳамма вақт эллипснинг ярмига ўхшайди.

Янги ой пайтидан бир ҳафта ўтгач, биз ой дискини ёруғ ўнг ярмини кўрамиз. Бу ҳолни ой фазасининг биринчи чораги дейилади. Яъни бир ҳафтадан сўнг ойнинг ёритилган томони тўлиғича кўринади. Бу ҳол тўлиной дейилади. Тўлинойдан бир ҳафта ўтгач, биз Ой дискининг чап ярим шарини ёритилган ҳолини кўрамиз ва бу ҳолни охириги чорак фазаси дейилади. Ниҳоят, Ой яна 4-5 кундан сўнг кавариқ томонига қараган ўроқ шаклини олади ва тез орада бутунлай кўринмай қолади, яна янгиой пайти бошланади.

49 § Ойнинг кўринма ҳаракати ва даврлари. Сидерик, синодик ва аждаҳо ойлар.

Ер ўз ўқи атрофида ғарбдан-шарққа томон суткалик айланма ҳаракатда бўлгани учун, Ой ҳам худди бошқа осмон жисмлари қатори Ер атрофида суткалик кўринма ҳаракатда бўлади. Бу айланиш шарқдан-ғарбга томон йўналган бўлиб, Ойнинг суткалик кўринма ҳаракатидир.

Аслида Ойнинг ҳақиқий ҳаракати Ернинг суткалик ҳаракати сингари ғарбдан-шарққа томон йўналгандир. Ой шу йўналишда ҳар суткада Ер атрофида 13^0 дан ҳаракатланиб, юлдузларга нисбатан солиштириб қаралганда 27,32 суткада тўлиқ айланиб чиқади (34-расм).



34-расм. Синодик ва сидерик ойларни тушунтириш

Қуёш, Ер, Ой ва юлдуз бир тўғри чизикда турган пайтдаги икки ҳолатга назар ташлайлик:

1-ҳолатда юлдуз, Ой ва Ер бир тўғри чизикда жойлашган ҳолатдан, яна шундай ҳолатни қайтарилиши учун кетган вақт 27,32 сутка бўлиб, бу давр юлдуз оyi ёки сидерик ой дейилади.

2-ҳолатда Қуёш, Ер ва Ой бир тўғри чизикда жойлашган ҳолатдан яна шу ҳолатни қайтарилиши учун кетган давр 29,53 сутка бўлиб, бу давр Қуёшга нисбатан олинганлиги учун у Қуёш оyi ёки синодик ой дейилади.

Агар биз, Ой марказининг вазиятини юлдузларга нисбатан ҳар куни белгилаб борсак, осмон сферасидаги Ойнинг йўлини топган бўламиз. Бу йўл, текислиги эклиптикага $5^{\circ}9'$ га оғишган катта доирадир. Ой йўлининг эклиптика билан кесишган нуқталари Ой тугунлари деб аталади. Ойнинг жанубий ярим шардан шимолий ярим шарга ўтадиган нуқтаси чиқиш тугуни ($\nearrow$ -орқали белгиланади), қарама-қарши нуқтаси эса тушиш тугуни ($\searrow$ -орқали белгиланади) деб аталади. Узоқ давом этган кузатишлар, тугунлар ҳаракат қилишини ва бу ҳаракат натижасида Ой орбитаси вазияти ҳамма вақт ўзгариб туришини кўрсатди. Ой тугунларининг ҳаракати эклиптика бўйлаб ғарбга, яъни Ой ҳаракатига қарши томонга силжиб туради. Тугунларнинг силжиши Ойнинг Ер атрофида бир айланишига $1^{\circ}05'$ га яқин бўлиб, бир йилда эса 20° га яқин бўлади. Ой тугунларининг ҳаракати Ой ҳаракатига қарама-қарши йўналган бўлганида тугунга Ой юлдузларга нисбатан бир марта тўла айланиб чиқишидан олдин, яъни 27,32 суткада (юлдуз оyi) эмас, балки 27,21 суткада қайтиб келади. 27,21 суткалик даврга *аждаҳо оyi* дейилади. Шу сабабли Қуёш ҳам тугунга бир йилдан қисқароқ вақт ичида, яъни 346,62 суткада қайтиб келади. Шунинг учун ҳам 346,62 суткалик даврни *аждаҳо йили* дейилади.

Синодик ой, *аждаҳо оyi* ва *аждаҳо йиллар ўртасида қуйидаги боғланиш бор.*

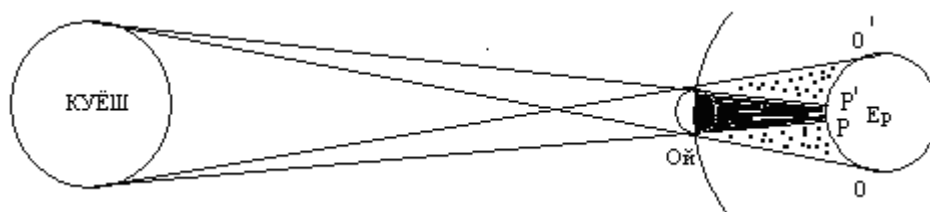
1. 223 синодик ой = 6585,32 сутка = 18 йил 11 кун 7соат 42 минут;
2. 242 *аждаҳо оyi* = 6585,36 сутка;
3. 19 Қуёш *аждаҳо йили* = 6585,78 сутка.

Бу даврни вавилонликлар Сарос дейишган.

50 § Қуёш ва Ой тутилишлари, тутилиш шартлари ва кўринишлари.

Қуёш тутилишлари янгиой пайтида содир бўлади. Агар Ой орбитаси текислиги эклиптика текислиги билан устма уст тушганда, ҳар янгиой пайтида Қуёш тутилиши бўлар эди. Аммо, Ой орбитаси эклиптикага оғма бўлганидан Ой янгиой пайтида кўпинча Қуёшдан шимолроқдан ёки жануброқдан ўтади ва Ойнинг сояси Ерга тегмай ўтади. Янгиой эклиптикада ёки эклиптика яқинида, яъни Ой орбитаси тугунларидан бирортасининг яқинида бўлгандагина тутилиш рўй беради.

Қуёшнинг тутилиши Ер сиртининг турли нуқталари учун турлича кўринишда бўлади.



35-расм. Қуёш тутилиши.

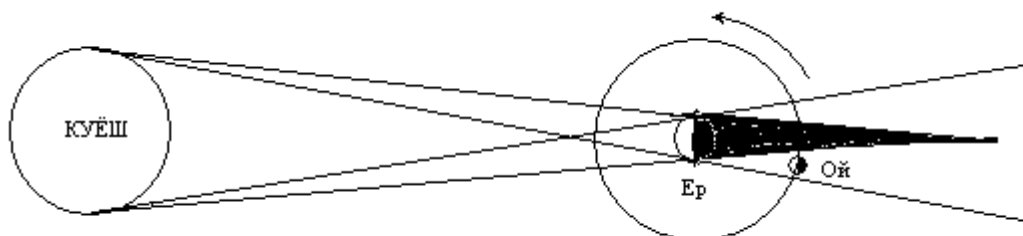
Ер сиртининг $PP' = 270$ км лик зонасида тўла тутилиш $P'O'$ ва PO зоналарида эса қисман тутилиш содир бўлади.

Ой Ер атрофида эллипсимон айлана чизиб айланганлигидан, Ер ва Ой орасидаги масофа ўзгариб туради. Агар Ой Ердан узоқлашган ҳолда тутилиш содир бўлса, бундай тутилиш ҳалқасимон тутилишда, Қуёш дискининг четлари Ойнинг қора диски атрофида равшан ҳалқа шаклида кўринади.

Ернинг турли нуқталаридаги тутилишлар, турлича вақтда бошланади. Ҳақиқатдан, Ойнинг Ер атрофидаги ҳаракати ва Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши натижасида, Ойнинг сояси Ер сиртида тахминан ғарбдан шарққа томон силжийди.

Қуёшнинг тўла тутилиши пайти астрономик аҳамиятга эга. Чунки бу пайтда Қуёш сиртида бўладиган жараёнларни кузатиш ва расмга олиш мумкин. Тутилиш икки соатдан ортиқ давом қилиши мумкин, аммо тўла тутилиш бир неча минутгина давом этади (7 минутдан ортиқ эмас, кўпинча 2-3 минут), чунки Ойнинг диски Қуёшнинг кўринма дискдан озгина каттароқ, ҳолос. Шунинг учун бутунлай тўсиб туриш узоққа чўзилмайди.

Ой тутилиши Ойнинг Ер соясига кирган пайтда содир бўладиган ҳодисадир (36-расм).



36-расм. Ой тутилиши.

Ой Ердан 384000 км узоқда жойлашган бўлишидан қатъий назар, Ойнинг айланиш орбитаси, эклиптикада ёки эклиптикага яқин бўлса, албатта Ой тутилиши содир бўлади. Ой Ғарбдан Шарққа томон ҳаракат қилганидан, Ер соясига Ойнинг шарқий (чап) чети аввал киради.

Қуёшдан келаётган нурлар тўғри чизиқ бўйлаб ҳаракат қилганидан Ернинг сояси, ярим соя ва соя шаклида бўлади.

Агар Ой Ернинг соясига бутунлай кирса, у ҳолда тўла тутилиш бўлади, агар Ой соянинг четидан ўтса, тутилиш қисман бўлади. Ер соясининг диаметри Ойнинг диски диаметридан деярли 2-5 марта катта бўлганидан Ойнинг тўла тутилиши Қуёшнинг тутилишига қараганда анча узоқ, тахминан 2 соатча давом

қилиши мумкин. Тўла тутилиш вақтида Ой одатдагидан кучсиз нур сочиб, қизғиш мис рангига киради. Тутилиш тугагандан сўнг Ой яна асл рангида нур соча бошлайди.

Ой ва Қуёш тутилишлари бўлиши учун янгиой ёки тўлиной орбитанинг тугунларида ёки унинг яқинида бўлиши шарт. Чиқиш ва тушиш тугунлари эклиптика бўйлаб бир-биридан 180° фарқ қилганидан Қуёш ҳар ярим йилда тугунларнинг биридан бир марта ўтади. Шунинг учун ҳар йили тахминан бир ойга яқин давом этадиган иккита тутилиш “фасли” бўлади.

Ой ва Қуёшнинг кўринма бурчак катталиклари $\frac{1}{2}$ градусга яқин. Уларнинг ҳаракат қилиш орбиталари орасидаги бурчак $5^\circ 09'$ бўлганидан, уларнинг кўринма йўли кесишган тугунда бўлмасдан, шу тугуннинг ҳар иккала томонида 18° масофада бўлса ҳам Ой тутилиши бўлади. Янгиой тугундан ҳар иккала томонда $16^\circ 5'$ ва ундан кичик масофада бўлса Қуёш тутилади.

Ойнинг тутилиши содир бўлиши учун тўлиной тугундан камроқ масофада ($10^\circ 6'$ дан ортиқ эмас) бўлиши зарур. Қуёш суткада тахминан 1 градусга силжиганлигидан, Қуёшнинг тутилиш фасли 36 кунни (18 кун тугунгача ва 18 кун тугундан сўнг), Ойнинг тутилиш фасли эса 22 кунни ташкил қилади. Қуёшнинг тутилиш фасли 36 кун, синодик ой 29,52 кундан катта бўлгани учун, бу фасл ичида ҳеч бўлмаганда битта Қуёш тутилиши бўлиши мумкин. Шундай қилиб, ҳар йили икки марта (бири иккинчисидан ярим йил кейин) бўлади. Ойнинг тутилиши эса баъзи йилларда бутунлай бўлмаслиги мумкин. Чунки Ойнинг тутилиш фасли 22 кун, синодик ой 29,52 кундан кичикдир. Шу фаслда тўлиной бўлмаслиги мумкин.

Ой тугунларининг тескари ҳаракат қилиши натижасида ҳар йили тутилишлар фасли тахминан 20 кун илгари келади. Шунинг учун бир календарь йилида энг кўп тутилиш бўлиб тутилишлар сони 7 та бўлиши мумкин. Бу тутилишлар 5 марта Қуёш ва 2 марта Ой тутилиши ёки 4 марта Қуёш ва 3 марта Ой тутилиши бўлиши мумкин. Бир календарь йилидаги энг кам тутилишлар сони 2 та бўлиб, ҳар иккаласи ҳам Қуёш тутилишидир. Бошқа турли комбинациялар ҳам бўлиши мумкин. Ҳар бир тутилиш 18 йил 11 кунда ёки 18 йил 10 кунда (агар бу вақт ичида 5 марта кабиса йили бўлса) такрорланиб туради. Бундай бўлишига сабаб шунча вақт ўтгандан сўнг Қуёш, Ой ва Ой орбитасининг тугунлари бир-бирига нисбатан тахминан дастлабки вазиятларга қайтади.

IV боб. ОСМОН МЕХАНИКАСИ ВА КОСМОНАВТИКА АСОСЛАРИ

51 §. Тихо Браге ва Кеплер.

1580-1600 йилларда даниялик астрономик Тихо Браге махсус қурилган ва жуда яхши жиҳозланган расадхонада ёритгичларни мунтазам равишда кузатиб борди. Ҳамма кузатишлар оддий кўз билан олиб борилганига қарамай, унинг планеталар вазиятини белгилаши ғоят катта аниқлиги билан ажралиб турар эди. Браге Коперник системаси билан танишиб, кўзимизга кўринадиган ҳамма планеталар Қуёш атрофида айланишлари ҳақидаги фикрга қўшилди. Аммо Ернинг ҳаракатини тан олмади ва ўзининг системасини яратди, Қуёш ўз атрофидаги планеталар билан бирга Ер атрофида айланади деди. Уни черковга шундай ён босишига қарамасдан, Тихо Браге устига қатор айблар, жумладан, шайтон билан алоқадорлик айби қуйилди, расадхонани маблағ билан таъминлаш тўхтатилди ва у Даниядан чиқиб кетишга мажбур бўлди. У Прагада янги расадхона ташкил қила бошлади, аммо у тез орада (1601 йилда) ҳаётдан кўз юмди. Унинг кузатиш материаллари ёрдамчиси Иоганн Кеплер ихтиёрига ўтади.

Кеплер Николай Коперник назариясининг тарафдори эди ва у Тихо Брагенинг кўп йиллик кузатув материалларига асосланиб, бу назарияни мукаммаллаштиришни ўз олдига вазифа қилиб қўйди. Шу мақсадда у Марс планетасини танлаб олди ва унинг ҳаракатини синчиклаб текширди. Кеплерга жуда оғир шароитда ишлашга тўғри келди. Унинг фаолияти давом этган шароит – уруш вақти (ўттиз йиллик уруш), моддий етишмовчилик, черков томонидан таъқиб, доимий дарбадарлик йиллари эди.

Кеплер дастлаб осмон ёритгичлари фақат айлана бўйлаб ҳаракат қилади деган умумий фикрга қўшилди. Шу мақсадда Марс учун у маркази Қуёш томонда бўлган айлана орбита қидиришга кўп вақт сарф қилди. 1609 йилда Марснинг орбитаси айлана эмас, балки бир фокусда Қуёш жойлашган эллипс, бунда Марс орбитаси бўйлаб нотекис ҳаракат қилади деган хулосаларга келди.

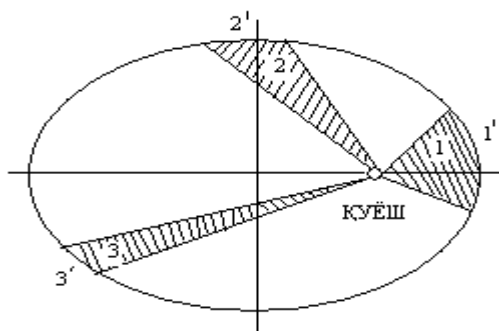
52 §. Кеплер қонунлари.

Немис олими Иоганн Кеплер (1571-1630) 17 асрнинг бошларида планеталар ҳаракатининг учта қонунини аниқлади.

Кеплернинг биринчи қонуни: Ҳар бир планетанинг орбитаси эллипс шаклида бўлиб, унинг фокусларидан бирида Қуёш жойлашган.

Планеталар орбиталарининг эллипслари айланадан кам фарқ қилади. Энг катта эксцентриситет (чўзиқлик) Плутон орбитасида – 0,25 га тенг экан.

Кеплернинг иккинчи қонуни: Планетанинг радиус-вектори тенг вақтлар ичида тенг юзалар чизади.



37-расм. Радиус- векторлар чизган юзалар.

Бу қонуннинг физик маъноси шундан иборатки, 1,2 ва 3 юзалар тенг бўлсада, $1'$, $2'$ ва $3'$ ёйлар бир-бирига тенг эмас. Демак, радиус-векторлар узайган сари ёйлар фарқи сезиларли даражада ўзгариб, планеталарнинг орбиталари бўйлаб ҳаракати секинлашади. Планеталар Қуёшга яқинлашса тезлиги яна ортади.

Кеплернинг учинчи қонуни: Планеталарнинг сидерик айланиш даврлари квадратларнинг нисбати уларнинг Қуёшдан ўртача узоқликлари кўбларининг нисбатига тенг.

Агар икки планетанинг сидерик айланиш даврларини T_1 ва T_2 билан, уларнинг Қуёшдан ўртача узоқликларини a_1 ва a_2 билан белгиласак, учинчи қонун қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (1)$$

Бу қонунларнинг тўғрилиги қуйидаги жадвалдан кўринади; бунда ҳамма планеталарнинг ўртача масофалари a ва сидерик айланиш даврлари T берилган: Шу билан бирга масофа бирлиги қилиб Ернинг Қуёшдан ўртача узоқлиги, вақт бирлиги қилиб эса Ернинг айланиш даври (бир йил) қабул қилинган.

Планеталар	a астрономик бирликда	T йилларда	a^2	T^2
Меркурий	0,387	0,241	0,058	0,058
Венера	0,723	0,615	0,378	0,378
Ер	1,0	1,0	1,0	1,0
Марс	1,524	1,881	3,540	3,538
Юпитер	5,203	11,862	140,8	140,7
Сатурн	9,539	29,458	868,0	867,9
Уран	19,191	84,015	7069,9	7068,5
Нептун	30,071	164,788	27192,1	27156,1
Плутон	39,518	248,430	61715,3	61717,5

Жадвалдан ҳар бир планета учун биринчи соннинг куб иккинчи соннинг квадратага тенглиги кўриниб турибди.

Бу қонун ёрдамида бирорта планетанинг Қуёшдан узоқлиги маълум бўлса, қолган планеталарнинг ҳар биригача бўлган масофани топиш мумкин.

53 §. Икки жисм масаласи.

Инглиз олими Исаак Ньютон, Кеплер қонунларини анализ қилиб, унинг биринчи қонунини Кеплерга нисбатан анча умумийроқ шаклини топди: тортишиш кучи таъсирида осмон жисмлари эллипсгана эмас, балки парабола, ҳатто гипербола ҳам чизиши мумкин экан. Кузатишлар буни ўша вақтлардаёқ тасдиқлади:

Ньютоннинг ҳисоблашига мувофиқ, 1680 йилдаги ёруғ комета параболик орбита бўйлаб ҳаракатланди. Ньютон Кеплернинг III-қонунига ҳам тузатиш киритди. Унинг киритган тузатмаси билан формула қуйидаги кўринишга келди:

$$\frac{T_1^2 (M + m_1)}{T_2^2 (M + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (2)$$

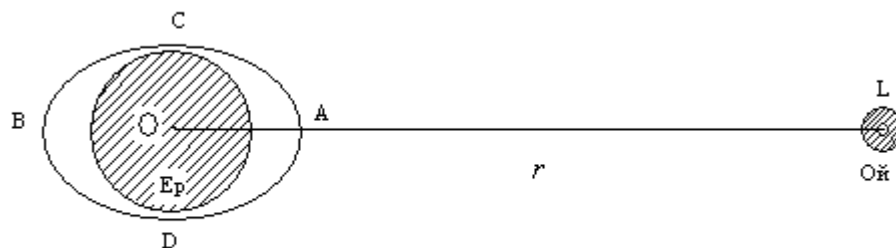
M -Қуёш массаси, m_1 ва m_2 - берилган планеталарнинг массаси.

54 §. Кўтарилиш ва пасайишлар.

Ердан океанларнинг сатҳи сутка давомида даврий ўзгариб туради. У тахминан олти соат давомида кўтарилади, бунда сув қирғоққа босиб боради, бу кўтарилишдир. Сўнгра пасайиш содир бўлади: сув олти соат давомида энг пастки сатҳга етгунча пасаяди. Кўтарилиш ва пасайиш қирғоққа нисбатан қаралиб, икки марта кетма-кет кўтарилиш ёки пасайишлар учун кетган давр 12 соат 25 минутдан бўлиб, 24 соат 50 минутда денгиз ва океан қирғоқларидаги сувлар икки марта кўтарилиб, икки марта пасаяди. Худди шу даврга тенг вақт ичида Ой кузатувчининг меридианига келишини ҳисобга олсак, сувни қирғоққа нисбатан кўтарилиш ва пасайиши Ой сабабли эканлиги маълум бўлади.

Сувнинг кўтарилиш ва пасайиш сабабларини Ньютон ўзининг бутун олам тортилиш қонунига асосан тушунтириб берди.

Фараз қилайлик Ер юзини океан сувлари ўраб олган.



38-расм. Ойнинг океан сувини тортилишига таъсири.

Аслида Ер сиртининг 71% ни океан сувлари эгаллаган. О- Ер маркази, L- Ой ва r- Ер марказидан Ой марказигача бўлган масофа.

Океан сиртидан ихтиёрий икки А ва В нуқталарни ва Ер марказидан О нуқталарини танлаб, шу нуқта массаларини бирга тенг дейлик.

Бутун олам тортилиш қонунига асосан А нуқтага Ойнинг таъсири О нуқтага нисбатан кўпроқ, О нуқтага эса В нуқтага нисбатан кўпроқ бўлади.

Агар Ойнинг массасини m десак, А, О ва В нуқталар учун тезланиш (4), (5) ва (6) тенгликлар билан ифодаланади:

$$q_A = f \frac{m}{(r-1)^2} \quad (4)$$

$$q_O = f \frac{m}{r^2} \quad (5)$$

$$q_B = f \frac{m}{(r+1)^2} \quad (6)$$

А ва О нуқталарнинг тезланишларини фарқини олсак:

$$q_A - q_O = fm \left[\frac{1}{(r-1)^2} - \frac{1}{r^2} \right] = fm \frac{2r-1}{r^2(r-1)^2}$$

2r ва r масофаларга нисбатан А ва О нуқталар ўлчамини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. У ҳолда

$$q_A - q_O = fm \frac{2r}{r^4} = 2f \frac{m}{r^3} \quad \text{яъни} \quad q_A - q_O = 2f \frac{m}{r^3} \quad (7)$$

Ҳосил бўлган фарқ Ой сиртида кўтарилишни вужудга келтирувчи тезланиш дейилиб, у Ойнинг массасига тўғри, Ой ва Ер орасидаги масофа кубига тескари пропорционал экан.

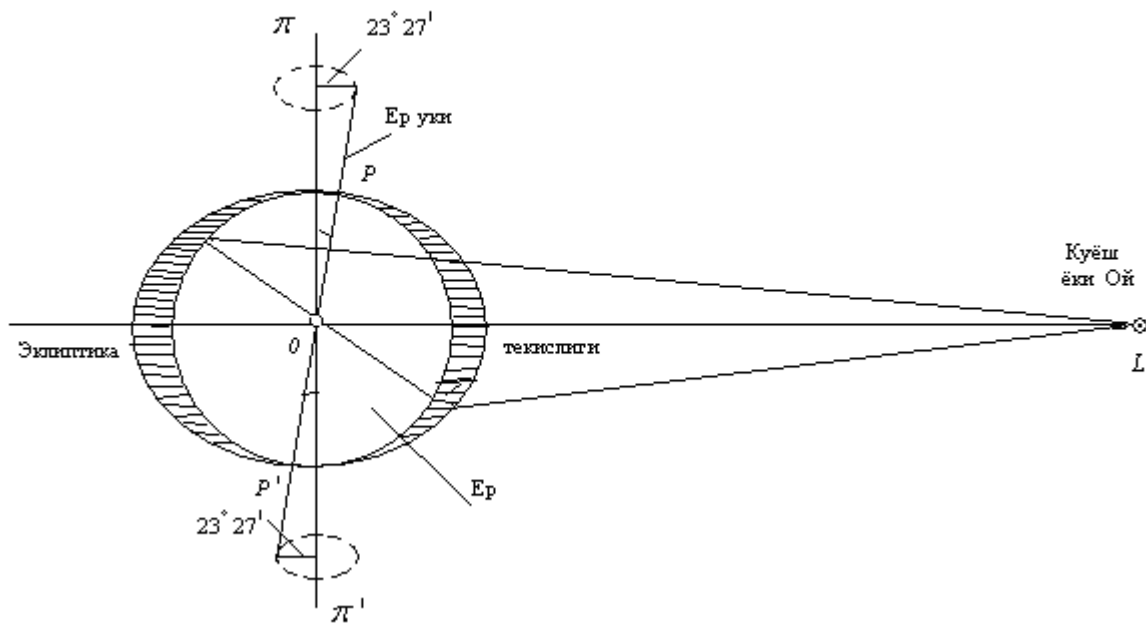
Шунинг эвазига А нуқта О нуқтага нисбатан Ой томонга тортилади. Худди шунингдек О нуқта В нуқтага нисбатан Ойга кўпроқ томон тортилади. О нуқта Ер билан Ой томонга тортилиши натижасида В нуқта суюқлик бўлгани учун Ернинг орқасида чўзилиб қолади. Демак, А ва В нуқталарида сувнинг олдинги ҳолатига нисбатан кўтарилиши мана шу сабабларга асосан бўлади. А ва В нуқталар кўтарилганда С ва D нуқталар пасаяди.

Кўтарилиш ҳодисасига Ойнинг бошқа осмон жисмлари Қуёш, планеталар ҳам сабаб бўлади. Масалан, Қуёшнинг массаси Ой массасидан 30 миллион марта катта бўлса-да, Ойга нисбатан 390 марта Ердан узоқда. Шунинг учун Қуёшнинг Ер сиртининг кўтарилишига таъсири Ойга нисбатан 2,2 марта камдир. Планеталарнинг таъсири эса жуда кичикдир.

Ой, Ернинг А нуқтасини 1 метргача кўтариши мумкин. Аммо бу ҳол натижасида океан қирғоқларидаги сув 16 метргача пасайиши мумкин. Масалан, бу кўтарилиш ва пасайишлар Канаданинг шарқий қирғоқларида 16 метр, Охота денгизининг қирғоқларида 13 метр, Мурманск атрофида 6 метр ва Қора денгиз қирғоқларида бир неча сантиметрга боради.

55 §. Ер ўқининг прецессия ва нутацияси.

Ернинг шакли шар шаклида бўлмаганлигини ва у сфероид шаклига эга эканлигини ҳисобга олсак, яъни Ернинг экваториал радиуси кутбий радиусидан 21,5 км ортиқлигини ҳисобга олсак, мана шу экватордаги ортиқча массага Қуёш ва Ойнинг тортиш таъсири прецессия ва нутацияни келтириб чиқаради.



39-расм. Ер ўқининг прецессияси.

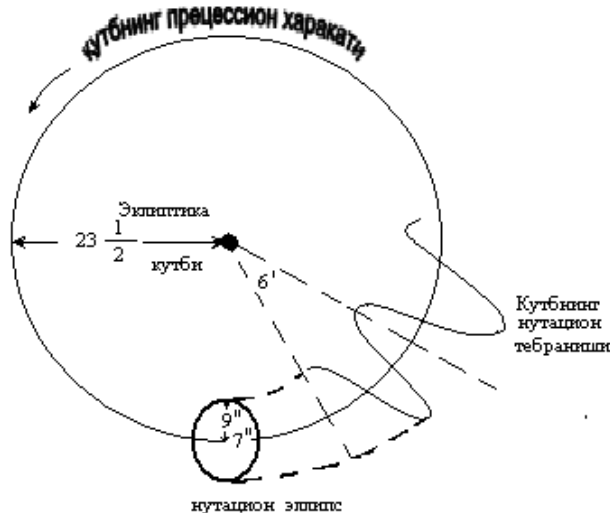
О – Ер маркази, pp' – Ер ўқи ва OL тўғри чизик Ой ва Ер марказигача бўлган масофа бўлсин. Ойга нисбатан Ернинг А нуқтаси В нуқтага нисбатан яқин бўлгани учун, Ой А нуқтага В нуқтага нисбатан кўпроқ тортади. Натижада Ернинг pp' ўқи ўз йўналишини $\Pi \Pi'$ эклиптика ўқи томонга силжитади. Мана шу ҳодиса прецессия дейилади.

Прецессия натижасида Олам ўқи pp' нинг ҳам йўналиши ўзгаради. Олам ўқи эклиптика ўқи билан $23^{\circ}27'$ бурчак оралиғида жойлашганлиги учун, прецессия натижасида pp' Олам ўқи $\Pi\Pi'$ эклиптика ўқи атрофида $23^{\circ}27'$ радиуси айлана чизиб айланади. Бунинг айланиш даври 26000 йилга тенгдир. Прецессия натижасида эклиптика ва Олам экваторининг учрашиш нуқтаси Υ шарқдан ғарбга томон ҳар йили $\frac{360^{\circ}}{26000} = 50'',2$ тезликда ҳаракатланади. Мана шу ҳаракатланиш натижасида олам қутби ҳам аста секинлик билан силжиб боради. Масалан, 13000 йилдан сўнг ўртача Шимолий кенгликда Орион юлдуз туркумини кўролмаслик, аммо Жанубий Бут юлдуз туркумини кўриш мумкин. Ўша пайтларда келиб, Қутб юлдузи сифатида Вега юлдузи хизмат қилиши мумкин.

Ой ва Қуёш бир бирига яқин текисликда ҳаракатланганлиги учун, йиллик $50''$ ли прецессиянинг $16''$ си Қуёш ва $34''$ си Ой таъсири натижасида келиб чиқади. Бундан ташқари планеталар таъсири натижасида ҳам прецессия бўлади. Планеталарнинг тортиши жуда кучсиз бўлганидан, Ер ўз ўқи вазиятини ўзгартирмайди, аммо планета Ернинг Қуёш атрофидаги ҳаракатига таъсир қилади ва Ер орбитаси текислиги, яъни эклиптика текислиги вазиятини ўзгартиради.

Қуёш билан Ойнинг прецессион кучлари доимо ўзгариб туради. Ҳар икки ёритгич экватор текислигида бўлганда прецессион кучлар нольга тенг ва

ёритгичларнинг оғиш координаталари энг катта бўлгандан кучлар максимумга эришади. Шунинг учун прецессия ҳодисаси мураккаблашади: $50''{,}2$ га тенг бўлган тенгкунлик нуқталарининг ҳаракатига қисқа даврли кичик тебранишлар ҳам қўшилади. Буларнинг ҳаммаси нутация деган умумий ном билан юритилади. Булардан энг муҳими 1747 йилда Баддлей кашф этган бўлиб, у 18,6 йиллик даврга, яъни Ой орбитаси тугунларининг айланиш даврига тенг даврлисидир. Олам қутби ёки унга параллел Ер қутби осмон сферасида нутация натижасида силжиб, синусоидасимон чизик чизади.



40-расм. Прецессия ва нутация таъсири натижасида қутбнинг ҳаракати.

56 §. Янги планеталарнинг кашф этилиши.

Нептун планетасининг ҳисоблаш орқали топилиши осмон механикасининг ажойиб тантанаси бўлди.

Кейинчалик йирик астроном бўлган ҳаваскор астроном Гершель 1781 йилда тасодифан янги катта планетани топди. Кўп ўтмай бу планетанинг Куёшдан, планеталар системасининг ўша вақтдаги чегараси ҳисобланган Сатурнга нисбатан икки марта узоқда эканлиги исбот қилинди. Янги планетага Уран номи берилди. Уларнинг вазияти унинг топилишидан анча илгари-деярли юз йил давомида кўп марта аниқланганлиги, бироқ уни юлдуз деб қабул қилинганлиги маълум бўлди. Шундай қилиб, унинг орбитасини етарлича аниқликда ҳисоблаш имконияти туғилди. Бу ишни петербурглик академик А.И.Лексел бажарди. Аммо 19-асрнинг бошларида Уран ҳаракатида ўша вақтда маълум бўлган ҳамма планеталарнинг тортишлари билан тушунтириб бўлмайдиган нотўғриликлар сезилди. Бу нотўғриликлар яна ҳам узоқроқда жойлашган номаълум планета таъсирида вужудга келади, деган фикр олдинга сурилди. Ва астрономлар олдида Уран ҳаракатидаги нотўғриликлар ёрдамида чекинтирувчи планетанинг вазиятини аниқлаш ва уни осмоннинг қайси жойидан кидириш керак, деган масала қўйилди.

Бу мураккаб математик масалани бир вақтнинг ўзида Леверрье ва Адамс бир-бирларидан хабарсиз ҳолда ечдилар. Планетани оддий кўз билан кўриб бўлмаслигини назарда тутиб, Леверрье хира юлдузларнинг мукамал картасига

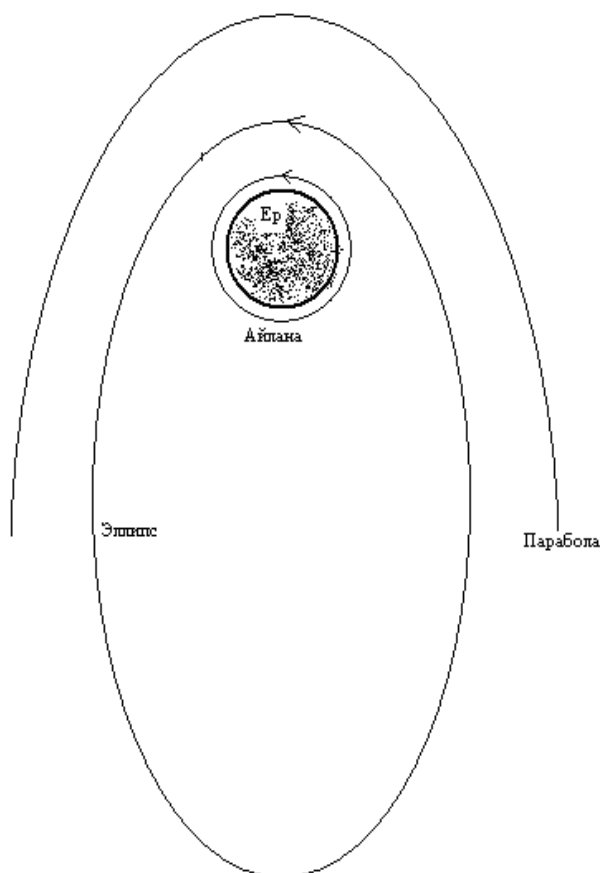
эга бўлган Берлин обсерваториясига, янги ёритгични шу картадан қидиришни илтимос қилди. Астроном Галле хатни олгандан кейин (1846 йил 23 сентябрь) кечаси планетани Леверрье ҳисоблаб кўрсатган нуқтадан 1^0 узоқликда топди. Бу планетага Нептун номи берилди. Уни синчиклаб кузата бошладилар ва 1855 йилдаёқ рус олими М.А.Ковальский бошқа планеталарнинг тортиши натижасидаги чекинишларни ҳисобга олиб, янги планеталар ҳаракат назариясини яратди ва унинг вазиятларини аниқ ҳисоблаш учун жадваллар тузди.

Нептуннинг бундай ажойиб усул билан топилиши инсонларда жуда катта таассурот қолдирди ва аниқ фаннинг қудратини яққол намоиш қилди.

57 §. Космик тезликлар ва орбиталар.

Ньютон, жисмлар ўзаро тортишиши натижасида бир-бирларига нисбатан айлана, эллипс, парабола ва гипербола бўйлаб ҳаракатланиши мумкинлигини исботлади. У, жисм чизаётган орбитанинг шакли шу жисмнинг орбитадаги тезлигига боғлиқ бўлишини аниқлади.

Жисм маълум тезликда ўзи тортилиб турган марказ атрофида айлана чизади.



41-расм. Орбиталар шаклининг объектнинг бошланғич тезлигига боғлиқлиги.

Бундай тезлик биринчи космик тезлик дейилиб, Ернинг сунъий йўлдошлари сифатидаги жисмлар шундай тезлик билан учиради. Биринчи космик тезликнинг ҳисоблаш формуласи қуйидагича:

$$V_0 = \frac{\sqrt{GM}}{R} \quad (9)$$

$M = 5,97 \cdot 10^{27}$ г – Ернинг массаси,

$R = 63,71$ км - Ернинг радиуси,

$G = 6,67 \cdot 10^{-8}$ см/г·сек² - гравитацион доимий бўлса (9) формуладан, биринчи космик тезлик:

$$V_0 = 7,91 \frac{\text{км}}{\text{сек}} \text{ қийматни топамиз.}$$

Демак, Ернинг сиртига яқин айланма орбита учун биринчи космик тезлик

$$V_0 = 7,91 \frac{\text{км}}{\text{сек}} \text{ экан.}$$

Агар Ер сунъий йўлдошининг тезлиги биринчи космик тезликдан оширилса, унинг Ер атрофида айланиш орбитаси эллипс шаклида бўлади. У ҳолда йўлдош Ердан узоқлашганда (апогей) орбита бўйлаб ҳаракат тезлиги секинлашади ва Ерга яқинлашганда (перигей) тезлиги ортади.

Агар жисмга биринчи космик тезликдан $\sqrt{2}$ марта катта тезлик берилса, у ҳолда жисм Ердан абадий узоқлашиб кетади. Бу ҳаракат тезлиги

$$V_n = V_0 \sqrt{2} = 7,91 \sqrt{2} = 11,19 \text{ км/сек.}$$

га тенг бўлиб, орбитаси парабола шаклида бўлади. Бу тезликни иккинчи космик тезлик дейилади.

58 §. Ернинг сунъий йўлдошлари ва космик ракеталар.

1957 йилнинг 4 октябрида Совет Иттифоқида Ернинг биринчи сунъий йўлдоши учирилди. У шар шаклида бўлиб, оғирлиги 83,6 кг.

Унинг айланиш орбитаси эллипс шаклида бўлиб, перигеи 228 км ва апогеи 947 км Ер юзидан баландликда бўлди. Йўлдошга частотаси 20,005 ва 40,002 МГц (тўлқин узунлиги 15 ва 7,5 м) бўлган иккита радиоузатгич ўрнатилди. Бу радиоузатгичнинг вазифаси атмосферанинг ионосфера қатламида радио тўлқиннинг тарқалишини текшириш бўлди. Ернинг биринчи сунъий йўлдоши Ер атрофида 92 суткада 1400 марта айланди ва 1958 йил 4 январда атмосферанинг қалин қисмига кириб юқолди.

1957 йилнинг 3 ноябрида учирилган иккинчи Совет сунъий йўлдошининг оғирлиги 508 кг эди. У ҳам перигеи 226 км, апогеи 1670 км бўлган эллиптик орбита бўйлаб ҳаракатланди. Иккинчи йўлдош 162 сутка давомида Ер атрофида айланиб турди ва шу вақт ичида Ер атрофини 2370 марта айланди.

1958 йилнинг 15 майида учинчи сунъий йўлдош учирилди. Бу йўлдош ўз орбитасида жойлашган Ер яқинидаги фазо қисмининг физик шароитларини ўлчаб берувчи кўпгина асбоблар билан таъминланган бутун бир расадхона эди.

Йўлдош орбитасининг перигеи 226 км, апогеи 1880 км баландликда жойлашган эди. Бу йўлдош ҳаракати 690 сутка давом этди ва шу вақт ичида планетамиз атрофини 10 минг мартадан зиёдроқ айланиб чиқди.

Қаршилик бўлмаган шароитда Ер сунъий йўлдошининг учиб юриши учун керак бўлган тезликнинг ўртача қиймати ушбу формуладан топилади:

$$V_0 = K \frac{\sqrt{M}}{R+h} \quad (10)$$

Бунда K -тортишиш доимийси, M -Ернинг массаси, R -Ер радиуси ва h учишларнинг Ер юзидан ҳисобланган баландлиги, V_0 -биринчи космик тезлик. $h = 1000$ км бўлганда, $V_0 = 7,4$ км/сек бўлади. Кеплер қонунига мувофиқ эллиптик орбита учун тезлик ўзгарувчан миқдордир. Апагейнинг баландлиги 1000 км, перигейнинг баландлиги 250 км бўлганда, перигейдаги тезлик 8 км/сек, апагейдаги тезлик эса 7,2 км/сек бўлади.

Бундай тезликларга фақат реактив снарядлар ёрдамида эришиш мумкин. Бу масалани биринчи марта 1903 йили машҳур рус олими К.Э.Циолковский ўзининг «Коинотни реактив асбоблар ёрдамида текшириш» деган асарида назарий равишда асослаган эди.

Ернинг сунъий йўлдошларнинг космосга олиб чиқишда ракеталарнинг роли каттадир. Ракеталар Қозоғистон Республикаси ҳудудида жойлашган Бойконур космодромидан учиради.

1959 йилнинг 2 январида собиқ Иттифоқ космик ракетасининг тезлиги 11,2 км/секга эришилиб, Ойга томон учирилди. Ракета Ой сиртидан 5 минг км масофада планеталараро фазога учиб ўтди ва Қуёш системасининг биринчи сунъий майда планетасига айланди. Ҳозирги вақтда бу ракета катта ярим ўқи 172 миллион километрга ва эксцентриситети 0,148 га тенг бўлган ўз орбитаси бўйича ҳаракатланмоқда. Бу планетанинг Қуёш атрофида айланиш даври 450 суткадир.

Ракеталар ёрдамида Ойнинг орқа томонини фотосурати олинди. Ой сиртига вимпеллар туширилди ва 1970 йили 17 ноябрида Ой сиртига “Лунаход-1” ўзиюлар аппарат туширилди.

“Лунаход-1” ўзиюлар аппаратнинг массаси 756 кг бўлиб, у “Луна-17” автоматик станцияси ёрдамида Ой сиртига ўрнатилди. “Лунаход-1” аппарати 10 ой давомида (бу 11 ой суткасига тўғри келади), 10,5 км масофани Ой сиртида босиб ўтди ва 80 минг м² Ой сиртини анализ қилиб берди.

Ерга яқин бўлган планеталар Венера ва Марсга ҳам автоматик станциялар учирилди.

1967 йил 18 октябрида “Венера-4” автоматик станцияси Венерага қўндирилди. 1971 йил 2 декабрида Марс планетасининг Жанубий ярим шарига “Марс-3” автоматик станцияси қўндирилди.

Ҳозирги пайтда ҳам космик фазони текшириш давом этмоқда. Бу эса космос ҳақидаги бизнинг билимларимизни бойитади.

V бoб. ПЛАНЕТАЛАР ФИЗИКАСИ

59 §. Планеталарнинг физик табиати.

Қуёш системасида ҳозиргача бизга маълум бўлган 10 та катта планета мавжуддир. Уларнинг физик хусусиятларига қараб икки гуруҳга бўлиш мумкин. Ер гуруҳидаги планеталар ва гигант планеталар.

Ер гуруҳидаги планеталар – Меркурий, Венера, Ер ва Марс бўлиб, гигант планеталардан ўзларининг ўлчамлари, массасининг катта, зичлигининг камлиги, ўз ўқи атрофида тез айланиши, бир оз сиқиклиги, атмосферанинг анча сийраклиги ва йўлдошларининг кўплиги билан фарқланади.

Плутон планетаси кам ўрганилгани учун ҳар иккала гуруҳга қўшилмайди.

60 §. Меркурий (Уторуд) планетаси.

Меркурий – Қуёшга энг яқин ва “катта” планеталарнинг энг кичигидир, унинг диаметри 4878 км, массаси Ер массасидан 20 марта кичик ҳажми 0,056 Ер ҳажмига тенг, зичлиги $5,43 \text{ г/см}^3$ га тенг. Унинг Қуёшдан ўртача узоқлиги 57,9 млн. км, сидерик айланиш даври, яъни унинг юлдузларга нисбатан ўз ўқи атрофида айланиш даври, бизнинг суткалар билан ҳисобланганда 58,65 суткага тенг, синодик айланиш даври 88 Ер суткасига тенг бўлиб, ўз орбитасининг эклиптикага қиялиги $7^{\circ} 00'$ ва унинг экваторининг орбита текислигига оғмалиги ҳам 7° бурчак остида ҳаракатланади. Қуёш атрофида ўртача айланиш тезлиги 47,87 км/с.

Меркурийда атмосфера деярли йўқ. Гелий, натрий ва кислород изи бор. Шунинг учун унинг кундузги ярим шари жуда қизиқ кетади. Меркурийнинг Қуёшга қараган томонига температура $+430^{\circ} \text{C}$ дан ортиқ ва тескари томонида -180°C совуқ бўлиши аниқланган.

Меркурийнинг сиртида диаметри 1300 км, га тенг бўлган Жазирама номли денгиз бўлиб, у ҳам худди Ойдаги денгизларга ўхшаб сувсиздир.

Планетанинг Қуёш атрофидан айланиш эксцентриситети 0,206 бўлганидан, унинг Қуёшга яқинлашиши 45,9 млн. км бўлиб, узоқлашиши 69,7 млн. км. бўлади.

Меркурийнинг максимал элангацияси ҳеч вақт 28° дан ортмаслигидан, планетани тонг ёки кечки шафакда кўриш эҳтимоллиги бўлади.

Оддий кўзга Меркурий биринчи юлдуз катталигида, баъзан эса ундан ёруғроқ бўлиб кўринади. Телескопда эса Меркурий (Ой каби) фазаларда кўринади. Табиий йўлдоши йўқ.

61 §. Венера (Зухро) планетаси.

Венера – “эрталабки” ва “кечки” равшан юлдуз каби ёруғроқ бўлиб кўринадиган, Қуёш ва Ойдан кейин энг ёруғ планетадир. Унинг Қуёшдан ўртача узоқлиги 108,1 млн. км бўлиб, диаметри 12100 км, зичлиги $5,2 \text{ г/см}^3$ га тенг. Массаси 0,815 Ер массасига ва ҳажми 0,857 Ер ҳажмига тенг.

Унинг сидерик айланиш даври 243 Ер суткасига тенг, синодик айланиш даври 224,7 Ер суткасига тенг бўлиб, экваторининг орбита текислигига оғмалиги $177^{\circ}3$ бурчак остида Қуёш атрофида айланиб ҳаракатланади. Аммо ўз ўқи атрофида айланиш йўналиши, $3^{\circ}04'$ орбита бўйлаб айланиш йўналишига тескари ҳаракатланади. Қуёш атрофида ўртача айланиш тезлиги 35,03 км/с.

Венеранинг атрофини қалин атмосфера ўраб олган. Бу атмосфера унинг сиртини ўрганишга тўсқинлик қилади.

Венерада атмосфера бор эканлигини М.В.Ломоносов (1761 йилда) у Қуёш дискининг олдидан ўтаётган пайтида топган.

1961 йилдан бошлаб Венерага Совет автоматик станцияларини учуриш бошланди. Венера сиртига парашютда туширилган баъзи станциялардаги автоматик асбоблар планета атмосферасининг сиртидаги характеристикаларини ўлчаб, олинган маълумотларни радио орқали Ерга етказиб берган. Бу асбоблар Венерада магнит майдони борлигини аниқ кўрсатмади. Улар планета сиртидаги температура $+470\div 480^{\circ}\text{C}$ ва атмосферасининг босими, Ердагига ($\approx 10^7\text{Па}$) қараганда, тахминан 90 марта ортиқ, яъни 90 атмосфера эканини қайд қилдилар. Венера атмосферасининг 96 фоизи карбонат ангидриддан ташкил топганлиги маълум бўлди. Азот ва инерт газлар 4 фоизни, кислород тахминан 0,1 фоизни, сув буғлари эса бундан ҳам кам миқдорни ташкил этади.

Венера атмосферасида мамақалдироқ разрядлари (чакмоқ чакнашлари) қайд қилинган.

Венера атмосферасининг пастки қатламлари ва унинг сиртидаги температурасининг бунчалик юқори бўлиши, асосан “парник эффекти” деб аталадиган эффектнинг натижасидир. Қуёшдан келадиган ёруғлик нурларининг энергияси атмосферанинг пастки қисмларида ютилиб қолади ва инфрақизил нурлар тарзида қайта нурланиб, атмосферанинг булутли қатламида, худди парникдаги иссиқликдек ушланиб қолади. Баланшлик ошган сари температура пасая боради ва Венеранинг стратосферасида совуқ – аёз ҳукм суради.

Кўзга кўринадиган нурларда Венера булути ниҳоятда бир жинсли ва оқ бўлиб кўринса-да, ультрабинафша нурларда унинг атмосферасининг юқори қатламларида вужудга келадиган газ ҳаракатлари борлигидан хабар берадиган булутли қатламнинг тузилиши яққол кўринади.

Атмосферанинг пастки қатламларида тезлиги секундига бир неча метр бўлган шамол тахминан 50 км баландликда 60 м/с тезликка етади. Венера булутлари орасидан планетанинг сирти кўринмайди. Ҳам ердан, ҳам планеталараро автоматик станциялардан туриб ўтказилган радиолакацион тадқиқотлар Венера сиртининг тузилишини ўрганишга имкон яратди. Унинг сиртида тоғ тизмалари ва кратерлар борлиги аниқланди.

Венера сиртидаги жисмларда мавжуд бўлган радиоактив калий, уран ва торийларни анализ қилиш улар Ердаги базальт жинсларга ўхшаш эканини кўрсатди.

Венера сиртига қўндирилган совет автоматик станцияларидаги телевизион камералар дунёда биринчи марта ўз атрофидаги тошли жонсиз Венера манзарасини 1975 йилда қора-оқ тасвирларда (“Венера -9 ва -10”), 1982 йилда эса рангли тасвирларда (“Венера -13 ва -14”) Ерга узатди.

1986 йилда Венерани ва Галлей кометасини яқин масофадан туриб текшириш мақсадида учирилган “Вега”-1 ва -2” станциялари (бу ном Ве (нера) ва Га (ллей) лардан олинган) шулар жумласидандир.

Телескопда қаралганда Венеранинг Меркурийники сингари алмашилиб турадиган фазалари яхши кўринади.

Меркурий сингари Венерада ҳам йўлдош йўқ.

62 §. Меркурий ва Венеранинг Қуёш диски олдидан ўтиши.

Иккала планета Ер орбитаси ичкарасида жойлашган орбиталар бўйлаб ҳаракатланганлигидан баъзан улар Қуёш билан Ер орасидан ўтади. Бу вақт планетани кичкина қора доира шаклида қуёш дискида кўриш мумкин. Меркурий юз йил ичида ўрта ҳисобда 13 марта ўтади, бу ўтишлар май ва ноябрь ойларидагина бўлади.

Венера фақат июнь ва декабрь ойларида ўтади, аммо жуфт ўтишлар ахён-ахёнда бўлади. Улар даврий бўлиб, 8 ва $105\frac{1}{2}$ яна 8 ва 121,5 йилда бир марта қайтарилади. Охирги жуфт ўтишлар 1874 ва 1882 йилларнинг декабрида кузатилган, келгуси жуфт ўтиш 2004 ва 2012 йилларнинг июнида рўй беради.

63 §. Ер планетаси.

Ер – ер гуруҳидаги планеталарнинг энг каттаси бўлиб, тартиби бўйича Қуёшдан учинчи ўринда туради, унинг диаметри экватори бўйича 12756 км, массаси $5,976 \cdot 10^{24}$ кг ўртача зичлиги $5,517 \text{ г/см}^3$ га, ҳажми $1,084 \cdot 10^{12} \text{ км}^3$ тенг. Унинг Қуёшдан узоқлиги 150 млн.км., сидерик айланиш даври 23 соат 56 минут 04 секунд, синодик айланиш даври 24 соат, орбитасининг эклиптикага қиялиги нолга тенг ва экваторининг орбита текислигига оғмалиги $23^{\circ}27'$ бурчак остида ҳаракатланади. Қуёш атрофида сидерик айланиш даври $365^{\circ}06^{\text{h}}09^{\text{m}}10^{\text{s}}$ бўлиб, тезлиги 29,79 км/сек. Ернинг табиий йўлдоши Ой билан биргаликда Қуёш системасидаги ягона қўшалок планета дейиш мумкин. Чунки ойнинг ўлчамлари Ерникига нисбатан жуда ҳам кичик бўлмаганидан у бошқа планеталарнинг йўлдошлари категориясидаги йўлдош эмас. Масалан, Венерадан туриб қараган кузатувчига Ер билан Ой орасидаги масофа 0,5 градусдан ошмасдан кўринадиган қўшалок юлдуз каби равшан кўринади. Ер сиртининг ўртача ҳарорати 22°C ва ядросида 6200°C .

1. *Ернинг ички тузилиши.* Ернинг космик аппаратлардан туриб олинган фотосурати унинг шарсимон осмон жисми эканлигини кўрсатди. Ернинг ички тузилиши асосан учга бўлинади: қобиғи, мантия қисми ва ядроси.

Ернинг қобиғи унчалик қалин эмас: 10 км дан (океан тубида) 80 км гача (тоғ чўққилари остида).

Қобиқни ташкил этган моддалар кристалл ҳолатда бўлиб, устки қисми гранит моддалардан ва остки қисми эса базальт моддалардан ташкил топган. Ер қобиғининг энг асосий хусусияти гидросфера ва литосферадан иборатлигидир. Қуёш системасининг бирорта бошқа планетасида гидросфера қатлами мавжуд

эмас. Чунки сувнинг суюқ ҳолатда бўлиши учун маълум шароитдаги температура ва босим керак бўлади.

Ернинг литосфера қатлами ер сиртидан 0-300 км гача ичкари қатлам йўналишигача масофани ташкил қилади.

Ер қобиғи, ўзидан ички қатлам мантиядан Мохоровичич сирти орқали ажралиб туради. Мохоровичич югославиялик олим бўлиб, Ер қобиғининг ана шу сиртида тарқалаётган сейсмик тўлқинлар бирдан ортиб кетишини кузатган.

Ернинг мантия қисми 300-2900 км гача бўлган Ернинг ички қатламини ташкил қилади. Бу қатламда моддалар қаттиқ ва аморф (пластиклик хусусиятига эга бўлган) ҳолатда учрайди. Мантия қисмини ядродан ажратиб турадиган қисмда сейсмик тўлқинлар пастлаб кетиши аниқланган. Масалан, бўйлама тўлқинлар 13,6 дан 8,1 км/сек гача камаяди. Кундалик тўлқинлар эса ядро қисмига ўтмайди. Бу ҳол ядрога модда қанчалик зич бўлмасин, аммо суюқ жисм эканлигини билдиради.

Ернинг ядро қисми икки зонага бўлинади: ташқи ядро 2900-5000 км гача ва ички ядро 5000-6370 км гача.

2. *Ер атмосфераси.* Ерни қуршаб олган атмосфера –газ қобиқ 77% азот, 21% кислород ва ниҳоятда кам миқдордаги бошқа газлардан иборат.

Ер атмосфераси асосан бешта қатламдан иборат: 1.Тропосфера; 2. Стратосфера; 3.Мезосфера; 4.Термо ёки ионосфера; 5.Экзосфера;

Тропосфера – Ернинг сиртига яқин жойлашган атмосферанинг бир қисми бўлиб, у Ернинг экваторида 18 км ва Ернинг қутбида 9 км гача бўлган баландликни ўз ичига олади. Тропосфера атмосферанинг 80% массасини ташкил қилади. Сув буғининг ҳаммаси тропосферада жойлашиб, об-ҳавонинг ўзгариш жараёнига таъсир кўрсатади. Тропосферанинг ҳар 100 м баландлигида температура 0,6 даражага пасайиб боради ва унинг сиртки қисмида температура -60°C гача етади.

Стратосфера – тропосферанинг устки чегарасидан бошланиб, Ер сиртидан 60 км гача бўлган зонани эгаллайди. Стратосферада атмосферанинг 20 % массаси жойлашгандир. Стратосферада температура деярли ўзгармас бўлиб, ўртача -40°C ни ташкил қилади. Ер сиртидан 25 км баландликдан бошлаб, ер атмосферасининг температураси Қуёшнинг ультрабинафша нурланишини ютиши сабабли аста секин кўтарила боради. Бу қатлам мезосфера дейилади.

Термосфера ёки ионосфера – Ер сиртидан 90 км баландликдан бошланиб, 800 км гача бўлган зонадир. Бу зонанинг температураси $+1000^{\circ}\text{C}$ гача боради ва умумий атмосферанинг 0,05 фоиз массасини ташкил қилади.

Ионосферада Қуёшнинг нурланиши, Ер атмосферасининг юқори қатламларида кучли ионлашишни ҳосил қилгани учун температура ортиб кетади.

Экзосфера – ионосферадан юқори қатлам бўлиб, у атмосферанинг юқори чегарасигача боради. Тахминан 3000-4000 км гача бўлган зонани ўз ичига олади. Бу зонада газ молекулалари орасидаги масофа жуда катта бўлиб тезлиги ҳам ортиқ бўлади. Шунинг эвазига айрим молекулалар Ернинг таъсир сферасидан ташқарига чиқиб кетади.

Атмосфера Қуёшдан Ерга тушаётган энергиянинг 38 фоизини ютиб қолади.

3. Магнит майдони.

Ернинг магнит майдони етарли даражада кучли (тахминан $5 \cdot 10^5$ Тл). Ердан узоқлашган сари унинг магнит майдони индукцияси камайиб боради.

Ерга яқин фазони космик аппаратлар ёрдамида кузатиш, бизнинг планетамиз тез ҳаракатланувчи зарядланган элементар зарралардан – протон ва электронлардан иборат бўлган қувватли радиацион пояс билан ўралганлигини кўрсатди.

Пояснинг ички қисми Ер сиртидан тахминан 500-5000 км гача чўзилади. Радиацион пояснинг ташқи қисми 1-5 Ер радиусига тенг бўлган баландликлар орасида жойлашган ва у, асосан энергияси ўн минглаб электрон-Волт бўлган электронлардан ташкил топган.

Қуёш чакнашлари дейиладиган Қуёшдаги портлашлар томонидан юзага келган, зарраларнинг оқими 400-1000 км/с тезлик билан Қуёшдан Ер томонга келиб, Ернинг магнит майдонини тўлқинлантиради. Натижада магнит майдонининг характеристикаси тез ўзгаради ва бу ҳол магнит бўронлари дейилади. Ионосферанинг радиоалоқани бузадиган тўлқинланиши вужудга келади, қутб ёғдулари кузатилади.

Ҳар хил шаклдаги ва рангдаги қутб ёғдулари 80 дан 1000 км гача баландликда содир бўлади. Уларнинг пайдо бўлиши қуйидагича кечади: қутблардаги зарралар магнит майдонининг индукция чизиқлари бўйлаб ҳаракатланиб, атмосферага киради. Бу ерда индукция чизиқлари Ер сатҳига деярли тик йўналган бўлади. Зарралар ҳаво молекулаларини бомбардимон қилиб, уларни ионлаштиради ва вакуум трубкадаги электронлар оқими сингари нурланишни вужудга келтиради. Қутб ёғдуларидаги турли хил ранглар, атмосферадаги газларнинг турлича нурланишининг оқибатидир.

64 §. Ой – Ернинг табиий йўлдоши.

1. Ойдаги физик шароитлар.

Ойнинг Ердан ўртача узоқлиги 384000 км (мин. 356000 км., макс. 407000 км). Ой Ерга яқин бўлганлиги сабабли у бизга Қуёш катталигида бўлиб кўринади. Ердан ўртача узоқлиги 384000 км (мин. 356000 км, макс. 407000 км). Ҳақиқатан эса у Қуёшдангина эмас, балки Ердан ҳам анча кичик. Ойнинг диаметри 3476 км, яъни Ердан тўрт марта, массаси жихатидан 81 марта кичик ($7,35 \cdot 10^{22}$ кг). Унинг ўртача зичлиги $3,35 \cdot 10^3$ кг/м³. бўлиб, Ерникидан кам. Ойнинг юзи Ер юзининг $\frac{1}{13}$ қисмига, ҳажми эса Ер ҳажмининг $\frac{1}{49}$ қисмига тенг. Ойнинг сидерик айланиш даври $27^{\circ}07^h43^m12^s$ ва синодик айланиш даври $29^{\circ}12^h44^m03^s$ га тенг. Ойнинг орбитасида тезлиги 1 км/с. Ойда атмосфера йўқ. Шунинг учун соялар кескин чегараланган ва тим қора.

Ой сиртидаги тортиш кучи, Ер сиртидаги оғирликнинг $\frac{1}{6}$ қисмига тенг. Ердаги жисмлар Ойда Ердагига нисбатан (пружинали торозида тортганда) 6

марта енгил бўлади. Ой сиртига тушадиган метеоритларнинг узлуксиз келиб урилишлари, Ой сиртини майда парчалар ва чангларга айлантиради. Вакуум шароитида бу чанг, молекуляр бирикмага айланиб, ковак шлаксимон қатлам ҳолга ўтади. Ой қобиғининг бундай тузилиши ундан иссиқлик кам ўтишини таъминлайди. Натижада ташқарида температура кескин ўзгарганда ҳам, Ойнинг унча чуқур бўлмаган қатламида температура ўзгаришсиз қолади. Ой сиртида температура $+120^{\circ}\text{C}$ гача иссиши ва -170°C гача совиши мумкин. Иссиқлик кундузи ва совуқлик кечаси пайтларига мос тушади. Ой сиртидаги температуранинг кундан тунга ўтганда кескин ўзгариши сабабли, Ойда кун ва тун узоқ вақт давом этиб, ҳар бири бизнинг икки ҳафтамизга тўғри келиши билан тушунтирилади. Ой сиртидаги температуранинг тез пасайиши Ой тутилган пайтларда ҳам рўй беради.

2. Ойнинг ташқи тузилиши (рельефи).

Ойнинг атмосфераси бўлмаганлиги учун унинг сирти оддий кўзда ҳам сезиларли даражада кўринади. Аммо 17-асрнинг бошида Г.Галилей 32 марта катталаштириб кўрсатадиган телескоп кашф қилгандан сўнг Ойнинг ташқи тузилишининг картаси тузила бошланди. Ой сиртидаги қора доғлар “денгизлар” деб аталди. Аслида булар паст текисликлар бўлиб, уларда бир томчи ҳам сув йўқ. Уларнинг тублари қора ва деярли текисдир. Ойда бир неча тоғ тизмалари бўлиб, уларга Ердаги каби Альп, Кавказ ва ҳоказо номлар берилган. Тоғларнинг баландлиги 9 км гача етади. Ойнинг ташқи тузилиши асосан кратерлардан иборат. Кратерларга олимларнинг номлари берилган. Жумладан, Тихо, Коперник, Улуғбек ва ҳоказо. Ойда кратерлар кўплигидан Тихо (диаметри 60 км) кратеридан радиал йўналишда нурлар тарқалиб туради. Бу нурлар кўпчилик қора кратерлар устидан ўтаётган нурлар ҳосил бўлади. Ердаги энг катта кратерларнинг диаметри одатда бир неча километрдан ошмайди, Ойда эса диаметри 100-200 км гача етадиган кўп кратерлар мавжуд. Ойдаги энг катта кратер ичига Бельгиядек бутун бир мамлакат жойлашиши мумкин.

Ойда цирklar ҳам бор бўлиб, одатда улар доира шаклида бўлади, улар ташқаридан нишоб, ичкарасидан эса кесиб тушган баланд тоғ ҳалқаси - “кўрғон” билан ўралгандир. Цирк марказида кўпинча “марказий тоғча” бўлиб, уларнинг сони баъзан бир нечтага етади, улар ҳамма вақт кўрғондан пастрок бўладилар. Цирklarнинг номлари ҳам худди кратерлар каби машхур астроном ёки философларнинг, масалан, Коперник, Тихо, Аристархларнинг исмлари билан аталган. Цирklarнинг сони 30000 дан ортқ. Уларнинг диаметрлари бир километрдан бир неча километргачадир.

Ердан қараганда Ойнинг битта ярим шари кўринишини биламиз.

1959 йилда Ойнинг яқинидан учиб ўтган совет космик станцияси биринчи марта, унинг Ердан кўринмайдиган ярим шарини фотосуратга олган. Бу, бизга кўринадиган ярим шаридан фарқ қилмасада, лекин унда “денгизлар” кам.

Эндиликда бу ярим шарнинг, Ой томонга учирилган автоматик станцияларининг яқиндан туриб олган жуда кўп фотосуратларига асосланган мукамал карталари тузилган. Аппаратлар бир неча марта Ой сиртига ҳам қўндирилган. 1969 йилда Ой сиртига биринчи марта иккита америкалик

астронавт космик аппаратларда қўндилар. Астронавтлар Ой сиртида фақат юрмай, улар махсус вездеходда саёхат ҳам қилдилар. Ой сиртида улар турли аппаратларни, жумладан “ой қимирлаши”ни қайд қиладиган сейсмографларни ўрнатдилар. Ой тупроғидан намуналар олиб қайтдилар.

Совет олимлари Ой жинсларидан намуналарни унинг турли жойларидан автомат аппаратлар ёрдамида олиб ўргандилар. Мазкур автоматлар Ердан юборилган буйрукка мувофиқ ой тупроғидан намуналар олиб, сўнгра Ерга қайтди.

3. Ойнинг химиявий таркиби.

Ой моддаларининг намуналари устида ўтказилган химиявий анализлар Ой жисмлари Ердагидек турли-туман эмаслигини ва уларнинг таркиби базалът таркибига ўхшашлигини кўрсатди. Ой шунингдек, у ерда кўпгина илмий ўлчамлар ва тупроқлар устида анализлар ўтказган ва Ой сиртида бир неча ўн километр масофаларни босиб ўтган ўзи юрадиган совет автоматик лабораториялари – лунаходлар юборилган.

Совет космик станциялари Ойнинг магнит майдони ва радиацион пояслари йўқлигини исботлади. Чунки Ойнинг ядроси қаттиқ жисм экан. Агар Ернинг ядросидек суяқ жисм бўлганда, албатта магнит майдони бўлар эди.

Ойнинг ташқи тузилиши ва унинг келиб чиқишини ўрганиш шунинг учун ҳам қизиқки, Ой ўз сиртида қадимий геологик ҳодисаларнинг нишонларини сақлаб қолган, чунки сув ва шамол йўқлигидан Ой қобиғи емирилмайди, олдин қандай бўлса шундайлигича сақланган.

1958 йилда Совет астрономи Н.А.Козирев Альфонс кратерида Ой бағридан газлар чиқаётганини пайқади.

Ой сиртидан олиб келинган жинслар таркибини ўрганиш уларнинг ёши камида 2 млрд йилдан кам эмаслигини кўрсатди.

65 §. Марс (Миррих) планетаси.

Марс – Ер гуруҳидаги планета бўлиб, тартиби бўйича Қуёшдан сўнгги 4 чи планетадир. Унинг диаметри 6786 км, массаси Ерникидан 9 марта кичик ва ўртача зичлиги $3,9 \text{ г/см}^3$ га тенг. Қуёшдан ўртача узоқлиги 227,9 млн. км. Ўз ўқи атрофида айланишининг сидерик айланиш даври 24 соат 37 минут 23 секундга тенг. Синодек айланиш даври 687 Ер суткасига тенг бўлиб, ўз орбитасининг эклиптикага қиялиги $1^{\circ}51'$ ва унинг экваторининг орбита текислигига оғмалиги 25° бурчак остида ҳаракатланади. Орбитадаги ўртача тезлиги $24,1 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

Марс ташқи планеталар гуруҳига киради, шунинг учун уни кўриш Меркурий ва Венерадан кўра қулайроқдир. Вақти-вақти билан Марс рўпара туриб қолади, бу вақтда у Ерга энг яқин масофага келади.

Аммо, ҳар сафарги рўпара туришлар Марс Қуёш атрофидан эллипс шаклида ҳаракатланганлиги учун, ҳар хил масофада бўлади. Марс ўз орбитасининг перигелийи яқинида бўлганда ҳосил бўлган рўпара туриш буюк

рўпара туриш дейилиб, бу ҳолда Марс Ерга энг яқин бўлади. Буюк рўпара туриш 15 ва 17 йилда бир марта такрорланади.

Рўпара туришлар пайтида Марснинг Ердан узоқлиги 55 млн. км дан 100 млн. км гача ўзгаради. Буюк рўпара туриш пайтида 55 млн. км ва Марс афелийда бўлган ҳолдаги рўпара туришда 1000 млн. км бўлади.

Охирги буюк рўпара туриш 1993 йилда бўлган эди, навбатдагиси 2009 йилда бўлади.

Оддий кўзга Марс ёруғ қизғиш юлдуз сингари кўринади. Бу планета алоҳида эътиборга сазовордир. Чунки у ўзининг баъзи хусусиятлари билан Ерга ўхшайди.

Марс сиртида телескоп ёрдамида қаралганда оқ кутб қалпоқларини, тўқ сарик, қизил рангдаги Марс “чўллари” фонида қора доғлар “денгизлар”ни пайқаш мумкин. Марсни кузатишлар у ўз ўқи атрофида деярли Ер ўз ўқи атрофида айланган вақт ичида айланишини кўрсатди. Планетанинг айланиш ўқи орбита текислигига ўтказилган перпундикуляр билан тахминан 25^0 бурчак ташкил қилади. Бунинг натижасида Марсда Ердаги сингари йил фасллари алмашиб туради, аммо Марснинг “йили” Ернинг йилидан деярли икки марта узоқроқ бўлганидан, ҳар бир йил фасли ҳам деярли икки марта узоқроқ бўлади.

Марс атрофи орбитасига чиқарилган автоматик станция лабораториялари Ердан юборилган командага мувофиқ планетанинг сиртини фотосуратга олди ва мавжудлиги анча олдин исботланган атмосферасини ўрганди. Планета атмосферасининг ниҳоятда сийраклиги ва ундаги босим Ер атмосферасидаги босимга қараганда тахминан 100 марта камлиги маълум бўлди. У асосан карбонад ангидриддан 96 фоиз, азот 3,2 фоиз аргон 1,6 фоиздан иборат бўлиб, унда кислород ва сув буғлари жуда оз.

Марсга қўндирилган космик аппаратлар берган маълумотида ва унинг яқинидан туриб олинган фотосуратга асосланиб Марс сиртининг мукамал карталари тузилган. Марс Ой ва Меркурий сингари кратерлар билан қопланган.

Планета сиртида унинг тупроғини автоматик станциялар ёрдамида олиб борилган текширишлар Марс жинсларининг Ер ва Ой жинсларга ўхшашлиги, мазкур жинсларнинг қизғиш ранги эса, унда темирнинг гидрат оксидлари борлиги ҳақида хулоса чиқаришга олиб келди.

Марсда магнит майдони бор, демак унинг ядроси суюқ жисмдан иборат экан. Марснинг магнит майдони Ерникига қараганда анча кучсиз. Планетанинг иккита Фобос ва Деймос (“кўрқинч” ва “дахшат”) номини олган йўлдошлари бор.

Бу йўлдошларнинг ўлчамлари Фобос 27x21x19 км ва Деймос 15x12x11 км; Фобоснинг планета атрофидан айланиш даври 7 соат 39 минутдир. Марсдан узоқлиги 9400 км. Деймоснинг айланиш даври 30 соат 17 минутга тенг бўлиб планетадан 23400 км узоқда жойлашган.

66 §. Юпитер (Муштарий) планетаси.

Бу планета гигант планеталар ичида энг каттасидир. Унинг диаметри 143000 км, массаси Ердан 317,9 марта катта, зичлиги $1,3 \text{ г/см}^3$ га тенг. Қуёшдан ўртача узоқлиги 778,3 млн. км. Ўз ўқи атрофида сидерик айланиш даври 9 соат 50 минут 30 секунд, синодик айланиш даври 399 Ер суткасига тенг бўлиб, орбитасининг эклиптикага қиялиги $1^{\circ}09'$ ва экваторининг орбитаси текислигига оғмалиги $25^{\circ} 11'$ бурчак остида ҳаракатланади. У Қуёш атрофини 11,86 йилда бир марта айланиб чиқади. Қуёш атрофида айланиш тезлиги 13,1 км/с. Равшанлиги бўйича Венерадан кейин иккинчи ўринда ва Марснинг буюк рўпара туриши вақтида Марснинг равшанлигидан сўнгги учинчи ўринда равшан планетадир. Юпитернинг айланиш ўқи ўзининг орбита текислигига деярли тик, шунинг учун унда йил фасллари бўлмайд.

Планетанинг ҳар хил кенгликлари ҳар хил тезликда айланади дейилади. Бу албатта нотўғри маълумот, қаттиқ жисмларнинг ҳар бир кенглиги бир хил бурчакли тезлик билан ҳаракатланади. Юпитернинг сирти қандайдир булутларга ўхшаган объектлардан иборат бўлгани учун, биз Ердан кузатган пайтимизда бу булутсимон нарсалар маълум миқдорда ҳаракатланади.

Телескоплар ёрдамида Юпитерни катталаштириб қаралса, унинг экваторига яқин зоналарида чўзилган полосалар кўринади. Уларнинг шакли ўзгариб туради. Аммо планетанинг жанубий ярим шарида “Қизил доғ” деб аталувчи доғ бор бўлиб, бу доғ йиллар давомида ўзгармайди. Бу доғга биринчи марта 1878 йилда аҳамият берилди. Олимларнинг тахминича бу доғ планета сатҳига яқин жойда унинг углеводород атмосферасида сузиб юрувчи қотиб қолган аммаиакдир. Планетанинг жанубий ярим шарида “жанубий чекиниш” ёки “вуал” номидаги доғ бўлиб, “вуал”га нисбатан планетанинг айланиш даври, “Қизил доғ”га нисбатан айланиш давридан 20 секундга камроқдир. Бу иккала доғ Юпитер дискида баъзан ёнма-ён туради, келгуси йилда диаметрал қарама-қарши ҳолатда бўлади ва яна келгуси йили ёнма-ён туради. Юпитернинг атмосфераси тузилиши жуда мураккабдир. Биз бу атмосферанинг фақат юқори қисмини кўраоламиз. Планета ўз ўқи атрофида жуда тез ҳаракатланади. Шунинг учун ҳам у кутблардан сиқилган бўлиб, бу сиқиклик планета дискининг $\frac{1}{16}$ қисмига эгадир. Юпитер Қуёшдан узоқда бўлгани учун унинг температураси -150° С га тенгдир. Бу температура планетанинг булутлари устидаги температурадир.

Юпитер атмосферасида молекуляр ҳолдаги водород 82 фоиз, гелий 18 фоиз ва метан CH_4 , аммиак NH_3 бор.

Юпитерда магнит майдон мавжудлиги туфайли, худди ердагига ўхшаш, аммо кучсиз радиацион поясга эга. Юпитернинг магнитосфераси миллионлаб километргача чўзилган. Планета радионурланиш манбаи ҳисобланади. Космик аппаратлар унинг сиртида қувватли яшин чақнашларини қайд қилган.

Гигант планеталар яқинидан учиб ўтаётган деярли ҳамма космик аппаратлар бу планеталарнинг илгари бизга номаълум бўлган майда йўлдошларини ошкор қилмоқда.

1610 йили Галилей Юпитернинг тўртта йўлдошини кашф қилган бўлса, ҳозирги пайтда бизга планетанинг 16 та йўлдоши маълумдир. Булар, Ио, Европа, Ганимед, Каллисто, Амелтия ва ҳоказо.

Юпитернинг катта йўлдошлари

Йўлдошлар	Юпитергача бўлган масофа (км)	Орбита бўйлаб (кун)	Радиуси (км)	Массаси (грамм)	Ўртача зичлиги (г/см ³)
Ио	421600	1,77	1815	$8,94 \times 10^{25}$	3,57
Европа	670900	3,55	1569	$4,8 \times 10^{25}$	2,97
Ганимед	1070000	7,16	2631	$1,48 \times 10^{26}$	1,94
Каллисто	1883000	16,69	2400	$1,08 \times 10^{26}$	1,86

Юпитернинг майда йўлдошлари

Йўлдошлар	Очилиш вақти	Орбита радиуси (км)	Орбита айланиш даври (кун)	Радиуси ёки ўлчами	Массаси (кг)	Зичлиги (г/см ³)
Гимолия	1904/5	127960	0,295	93	$9,56 \times 10^{18}$	2,8
Амалтея	1892	128980	0,298	270*165*150	$1,91 \times 10^{16}$	1,8
Элара	1904/5	181300	0,498	38	$7,77 \times 10^{17}$	3,3
Тебе	1979/80	221200	0,675	55*45	$7,77 \times 10^{17}$	1,5
Метис	1979/80	11094000	238,72	20	$9,56 \times 10^{16}$	2,8
Адрастея	1979	11480000	250,6	20	$1,91 \times 10^{16}$	4,5
Пасифе	1908	11720000	259,22	25	$1,91 \times 10^{17}$	2,9
Синоп	1914	11737000	259,65	18	$7,77 \times 10^{16}$	3,1
Карме	1938	12100000	631	20	$9,56 \times 10^{16}$	2,8
Лиситея	1938	22600000	692	18	$7,77 \times 10^{16}$	3,1
Ананке	1951	23500000	735	15	$3,82 \times 10^{16}$	2,7
Леда	1974	23700000	758	8	$5,68 \times 10^{15}$	2,7

Галилей кашф этган йўлдошлар Юпитернинг деярли экватори текислигида доирага жуда яқин шаклдаги орбиталар бўйича айланиб ҳаракатланади.

Юпитер йўлдошларида қизиқ хусусият бор, яъни VI, VII, ва X чи йўлдошлари тўғри йўналишда ҳаракатланган, XIII, IX, XI, ва XII йўлдошлар тескари йўналишда ҳаракатланади.

Планетанинг биринчи йўлдоши Ио да ҳаракатдаги вулқонлар борлиги фотосуратта олинган. Учинчи йўлдоши Ганимед ўлчами жиҳатдан Ойдан 1,5 марта ва ҳатто Меркурийдан бир оз катта йўлдошдир. Йўлдошларнинг сиртки қисми ўнлаб километр қалинликда чангли музликдан иборатлиги аниқланган. Уларнинг сиртида кратерлар бор.

67 §. Сатурн (Зухал) планетаси.

Сатурн гигант планеталар гуруҳига кирадиган, катталиги жихатдан Юпитердан сўнгги йирик планетадир, унинг диаметри 120000 км га, массаси Ерникидан 95 марта катта, ҳажми 761,446 Ер ҳажмига, зичлиги $0,69 \text{ г/см}^3$ га тенг. Қуёшдан ўртача узоқлиги 1427 млн. км, ўз ўқи атрофида сидерик айланиш даври 10 соат 13 минут 23 секундга тенг, синодик айланиш даври 378 суткага тенг, Қуёш атрофида 29,46 йилда айланади. Орбитасининг эклиптикага қиялиги $2^\circ 29'$ ва унинг экваторининг орбита текислигига оғмалиги 26,4 градус бурчак остида ҳаракатланади. Орбитадаги тезлиги 9,6 км/с.

Планетанинг кутбларидаги сиқиклиги $\frac{1}{11}$ га тенг.

Сатурн бошқа планеталардан фарқли уларок, унда ҳалқалар бор.

Ҳалқалар жуда кенг ва ясси бўлиб, планетани экватор текислиги бўйича ўраб олган (у эклиптикага $26^\circ 44'$ оғган ҳолатда), ҳалқанинг сирти туташ эмас, у қора оралиқлар билан учта ҳалқага бўлинган. Ҳалқалар планета атрофида айланивчи жуда кўп миқдордаги айрим “йўлдошлар”дан иборатлиги аниқланди. Буни биринчи бўлиб 1885 йилда С.В.Ковалевская айтган бўлса, А.А.Белопольский ҳалқа спектридаги чизиқларнинг силжишини спектрал кузатишлар билан тасдиқлади. Ҳалқалардаги турли нукталар турли тезликда айланиши маълум бўлди. Совет астрофизиги В.В.Соболевнинг ишлари Сатурн ҳалқалари унда катта бўлмаган тошлардан ташкил топганлигини кўрсатди. Ҳалқалар 29,4 йиллик давр билан ўз ҳолатларини ўзгартириб туради.

Сатурн ҳалқасини ташкил этувчи жуда кўп сондаги майда йўлдошлардан ташқари, Сатурннинг яна 18 йўлдоши мавжуд.

Сатурннинг йўлдошлари

Номи	Орбита радиуси (км)	Диаметри (км)	Айланиши (соат)
Пан	133600	20	13,80
Атлас	137700	40x20	14,45
Прометей	139400	140x100x74	14,71
Пандора	141700	110x90x66	15,09
Эпиметеус	151400	140x116x100	16,66
Янус	151500	220x190x160	16,67
Мимас	185500	394	22,62
Энцелад	238000	502	32,89
Тетис	294700	1048	45,31
Телесто	294700	30x20x16	45,31
Калипсо	294700	24x22x22	45,31
Диона	377400	1118	65,69
Элена	377400	34x32x30	65,74
Рей	527000	1528	108,42

Титан	1221900	5150	382,69
Гиперион	1481000	410x260x220	510,64
Япет	3560800	1436	1903,9
Феба	12954000	220	13210,8

Йўлдошларидан энг биринчи топилгани Титан бўлиб, у ҳамма йўлдошлари ичида энг каттасидир. Унинг массаси Ой массасидан икки марта каттароқдир. Титаннинг атрофида атмосфераси бор. 1944 йилда олинган спектрограммалар Титанда Сатурннинг атмосферасида бор бўлган метан газининг мавжудлигини кўрсатди. Равшанлиги жиҳатидан иккинчи йўлдош Япет (навбати бўйича 8-чи йўлдош)да ажойиб хусусият бор: у планетанинг шарқ томонига ўтганда Ғарбдаги ҳолатига нисбатан хиралашади. Бу унинг худди Ер атрофида Ой ҳаракатланиши даврига ўхшаш давр билан планета атрофида айланишини кўрсатади. Яъни Сатурн атрофида Япетнинг айланиши ўз ўқи атрофида айланишига тенг дейилади.

Сатурн атмосферасида ҳам худди Юпитерга ўхшаш, молекуляр водород 96 фоиз, гелий 34, метан CH_4 ва аммиак NH_3 газлари мавжуддир.

Планетанинг температураси -180°C га тенгдир.

68 §. Уран планетаси.

Бу планета гигант планеталар гуруҳига кирувчи планета бўлгани билан, оддий кўзга кўриниши хира юлдуздан фарқ қилмайди. Шунинг учун қадимги инсонлар бу планетани билишмаган. Уранни 1781 йилда Гершель тасодифан кашф қилди.

Унинг Қуёшдан узоқлиги 2896,6 млн. км га тенг, массаси Ер массасидан 14,5 марта катта, ҳажми 62,181 Ер ҳажмига, зичлиги $1,29 \text{ г/см}^3$ га тенг.

Ўз ўқи атрофида айланиш даври 17 соат 12 минут бўлиб (тескари йўналишида), синодек айланиш даври 370 Ер суткасига тенг. Орбитасининг эклиптикага қиялиги $0^\circ 08'$ ва экваторининг орбита текислигига оғмалиги $97^\circ 55'$ бурчак остида ҳаракатланади. Уран ҳам худди Венера сингари ўз ўқи атрофида, орбитаси йўналишига нисбатан тескари йўналишда ҳаракатланади. У Қуёш атрофида 84,01 Ер йилида тўла бир марта айланиб чиқади. Орбитадаги тезлиги 6,8 км/с.

Уран ўз ўқи атрофида тез айланганлиги учун қутб томонларидан сиқикдир. Атмосфераси бор бўлиб, у молекула ҳолатдаги водород 83 фоиз, гелий 15 фоиз, метан 2 фоиздан иборат. Планетанинг температураси -210°C бўлгани учун унинг атмосферасида аммиак бўлмайди. Чунки у, бу температурада музлаган ҳолатга киради.

Ураннинг жуда хира 18 та йўлдоши бор: Ариэль, Умбриэль, Титания, Оберон ва Миранда... . Бу йўлдошларнинг ҳаракати тескари бўлиб, Уран айланиши йўналишига мос тушади.

Ураннинг йўлдошлари

Номи	Планетагача бўлган масофа (км)	Радиуси (км)	Очилган йили
Корделия	500000	13	1986
Офелия	54000	16	1986
Бьянка	59000	22	1986
Крессида	62000	33	1986
Дездемона	63000	219	1986
Джульетта	64000	42	1986
Порция	60000	55	1986
Розалинда	70000	27	1986
Белинда	75000	34	1986
1986 U 10	75000	22	1999
Пак	86000	77	1985
Миранда	130000	236	1948
Ариэль	191000	579	1851
Умбриэль	266000	585	1851
Титания	436000	789	1787
Оберон	583000	716	1787
Калибан	7200000	30	1997
Синоранс	12200000	60	1997

69 §. Нептун планетаси.

Бу планета гигант планеталар гуруҳидаги планета бўлиб, кўриниши 8-юлдуз катталигига тенг бўлган хира равшанликдаги планета. Нептуннинг ўрнини 1846 йили Леверрье ва ундан беҳабар Адамс математик йўл билан ҳисоблаб чиқардилар. Леверрье ҳисоблашларига асосан 1846 йилнинг сентярида немис астрономи Галле топди.

Планета Куёшдан 4496,6 млн. км узоқда жойлашган, диаметри 49528 км. Куёш атрофида айланиш даври 164,8 йилга тенг, ҳажми 57,675 Ер ҳажмига, массаси Ерникидан 17,135 марта катта, зичлиги $1,64 \text{ г/см}^3$, ўз ўқи атрофида сидерик айланиш даври 16,06 соат, синодек айланиш даври 368 Ер суткасига тенг бўлиб, орбитасининг эклиптикага қиялиги $1^{\circ}08'$ ва экваторининг орбита текислигига оғмалиги $28^{\circ}48'$ бурчак остида ҳаракатланади. Орбитада тезлиги 5,4 км/с.

Атмосферасида молекула ҳолатидаги водород, гелий ва метан CH_4 бор. Температураси -200°C дан пастроқ. Нептуннинг саккизта йўлдоши: Тритон ва Нереида ва хоказолар бор бўлиб, Тритоннинг ҳаракати Нептунникига тескари йўналишдадир.

Нептуннинг йўлдошлари

Номи	Радиуси (км)	Масофаси (км)	Очилиши	Вақти
Наяда	29	48000	“Вояджер-2”	1989
Таласса	40	50000	“Вояджер-2”	1989
Деспина	74	52500	“Вояджер-2”	1989
Галатея	79	62000	“Вояджер-2”	1989
Ларисса	104x89	73600	“Вояджер-2”	1989
Протей	209	117600	“Вояджер-2”	1989
Тритон	1350	354800	У.Ласселл	1846
Нереида	170	5513400	Д. Купер	1949

70 §. Плутон планетаси.

Нептундан кийин ҳам планеталар бўлиши керак, деган фикрлар бир неча марталаб айтилган эди ва уларни Нептунни топган усул билан, яъни Нептун ва Ураннинг назарий ҳисобланган ҳаракатидан четланишлари бўйича топишга уриниб кўрилди. Аммо бу четланишлар жуда кичик бўлиб, кузатишдаги хатолар билан тўла тушунтирилса бўлади. Шунинг учун ҳисоблашлардан ҳосил қилинган жойда ҳеч қандай планета топилмади. Аммо Лоуэллнинг Уран ҳаракатидаги четланишларига асосланиб ўтказган бундай ҳисоблашларининг бири эклиптикада шундай (бир–биридан деярли 180^0 масофада) жойлашган икки нуқтани бердики, бу нуқталарда планета бўлиши мумкин эди. 1930 йилда бу нуқталарнинг биридан 3^0 четда (фотографик усул билан) планета топилди. Уни қадимги юнонларнинг ер ости бойликлари худосининг номи билан “Плутон” деб атадилар. Унинг орбитавий тезлиги 4,7 км/с.

Плутон Қуёш атрофини катта ярим ўқи тахминан 40 астрономик бирликка тенг бўлган орбита бўйлаб, яъни Нептун орбитасининг катта ярим ўқидан фақат 1/3 га каттароқ бўлган орбита бўйлаб деярли 247,7 йилда бир марта айланиб чиқади. Бу планета кўп жиҳатдан алоҳида ўрин эгаллайди. Орбитасининг эксцентриситети Меркурий орбитасининг эксцентриситетидан катта ва 0,25 га тенг. Шундан қилиб, Плутон перигелийда Қуёшга ҳатто Нептундан ҳам яқин келади, афелийда эса ундан 50 астрономик бирликка узоқлашади. Орбитанинг эклиптикага оғишиши $17^0 02'$ га тенг, бу эса қолган катта планеталарнинг орбита оғишидан анча кўп. Бир дона йўлдоши бор. Плутон фақат энг кучли телескоплар ёрдамида 15-катталиқдаги юлдуздек кўринади. Унда планета дискининг аломатлари йўқ. Бу ҳол Плутонни унинг катталиги бўйича Ер ёки Марс билан солиштириш мумкин эканлигини билдиради. Кичкина планетанинг массаси ҳам кичик бўлиб, у Ураннинг ҳаракатида сезиларли чекинишлар вужудга келтирмаса керак. Демак, унинг орбитасининг ҳисоблаб топилган орбита билан ўхшашлиги бахтли бир ҳодисагина бўлиши мумкин. Плутон диаметри 2390 км. Массаси 0,002 ва ҳажми 0,005 Ер ҳажмига, зичлиги $1,1 \text{ г/см}^3$, ҳарорати -230^0С га тенг. Унинг бир дона табиий йўлдоши – Харон бор.

71 §. Тициус қоидаси.

Планеталарнинг Қуёшдан ўртача узоқликларининг тахминий қийматларини қуйидагича “қоида”га асосан топиш мумкинлигини 1766 йилда Тициус кўрсатган эди. Бу қоидага кўра 0,3, 6, 12, 24..... лардан тузилган қатор (прогрессия эмас) сонларининг ҳар қайсисига 4 сони қўшилади. Қуйида ҳосил бўлган сонлар қатори ва планеталарнинг ҳақиқий узоқликларини келтирамиз, бунда Ергача бўлган масофа 10 деб қабул қилинган.

№	Планеталар	Назарий масофалар	Ҳақиқий масофалар
1	Меркурий	$0 + 4 = 4$	3,9
2	Венера	$3 + 4 = 7$	7,2
3	Ер	$6 + 4 = 10$	10,0
4	Марс	$12 + 4 = 16$	15,2
5	*Майда планеталар	$24 + 4 = 28$	15-53
6	Юпитер	$48 + 4 = 52$	52,0
7	Сатурн	$96 + 4 = 100$	95,5
8	*Уран	$192 + 4 = 196$	192,5
9	*Нептун	-	301,1
10	*Плутон	$384 + 4 = 388$	396

Бу қоида таклиф қилинган вақтда юлдузча билан белгиланган планеталар ҳали номаълум эди. Ураннинг кашф этилиши ҳамда Марс билан Юпитер орасидаги майда планеталарнинг кашф этилиши бу “қоида”ни тўғрилигини исботлагандай бўлди, аммо Нептун уни қаноатлантирмайди, Плутон эса қаноатлантиради.

72 §. Майда планета (астероид)лар.

Тициус қоидаси Марс билан Юпитер ўртасида планета бўлиши керак, деб ўйлашга мажбур қилди. Кўп изланишлардан сўнг италиялик астроном Пиацци 1801 йили 1 январда Марс ва Юпитер орасидаги зонада майда планетани топди. Унга Церера деб ном берди. Бу ном грек мифологиясидан олинган бўлиб, кейинги топилган планеталарга ҳам худди шундай номлар қўйила бошланди. Келгуси йили 28 мартда врач, хаваскор астроном Ольберс зодиак поясида ҳаракатланувчи майда планета Палладани кашф қилди. Кейинчалик учинчи майда планета Юнона ва тўртинчи Весталар кашф қилинди. 1845 йили бешинчи майда планета Астрея кашф қилиниб, майда планеталарни кашф қилиш вақтинча тўхтаб қолди. Чунки майда планеталарнинг осмонда кўриниши 8-10 та юлдуз катталигида бўлгани учун телескоп ёрдамида кўриш анча қийин эди. 1891 йиллари фотографик усулни астрономияда қўлланилиши туфайли ёруғлиги хира бўлган майда планеталар ҳам кашф қилина бошланди.

Олдинлари майда планеталарга рим-грек мифологиясидан олинган номларни қўйилган бўлса, кейинчалик ҳар хил миллатлар хотин-қизлари номи билан атала бошланди.

Астероидлар жуда кўп очила бошланганидан сўнг эса уларга буюк арбобларнинг номлари берилди ва бу номлар охирга рус тилидаги женский род қўшимчаси қўшилди. Масалан, Қримдаги Симеиз расадхонасининг ходими С.И.Белявский кашф қилган 852-астероидга Владимир Ильич Ленин номи берилиб, “Владилена” деб аталди. Бошқа астероидлар “Морозовая” (Н.А.Морозов шарафига), “Бредихина” (Ф.А.Бредихин шарафига), “Белопольская” (А.А.Белопольский шарафига), “Штернбергия” (П.Н. Штернберг шарафига), “Воронвелия” (Б.А.Воронцов-Вельяминов шарафига) ва ҳоказо номлар қўйилди.

Ҳозирги пайтда астероидларнинг сони 4000 дан ортиб кетди. Янги планеталарни топишдаги фотографик усулни энг соддаси бир соат ёки ундан кўпроқ экспозицияда осмоннинг эклиптика яқинидаги бирор соҳани расмга олишдир.

Астероидларнинг энг биринчи топилгани Цереранинг диаметри 800 км бўлиб, у энг катта астероиддир. Энг кичик астероиднинг ўлчами 1 км бўлиб, у шарсимон эмас, нотўғри шаклда.

Энг ёруғ астероид Веста бўлиб, уни оддий кўз билан кўриш мумкин.

Астероидларкўпинча 4 йиллик даврлар билан эклиптика текислигига яқин текисликда чўзинчоқэллипс шаклида ҳаракатланишади. Аммо айримлари 12 йиллик айланиш даврига ҳам эга.

Астероидларнинг Қуёш атрофида айланиши даврида қизиқ ҳолларнинг гувоҳи бўлишимиз мумкин. Масалан, 433-номерли Эрос астероиди, катта ярим ўқи 1,46 бўлган эллипс бўйича ҳаракатланади. Демак, унинг эксцентритети 0,22 га тенг. Эрос орбитасининг бир қисми Марс орбитасининг ичида, бир қисми эса Марс билан Юпитер орбиталари орасида жойлашган.

Вақти-вақти билан бу планета Ерда 22 млн. км га, яъни Марсга қараганда 2,5 марта яқинроқ келади. Эрос Ерга яқинлашган вақтда Қуёш параллаксини аниқлашда фойдаланилади. Эроснинг диаметри 20 км дан ошмайди.

1944 йилда кашф қилинган Икар астероидининг Қуёш атрофида айланиши қизиқдир: бу астероид афелийда Қуёшдан узоққа Ер орбитасининг орқа томонига келиб қолади, перигелийда эса Қуёшга Меркурийдан кўра икки баробар яқин келиб қолади.

73 §. Зоодиакал ёруғлик.

Қишки ёки баҳорги кунларда кечкурун, бутунлай қош қорайиши билан, уфқнинг ғарбий қисмида кенг ва қия конус кўринишидаги кучсиз ёғдуни кўриш мумкин, ёз ва кузда худди шундай ёғдуни шарқ томонда тонг пайтида кўриш мумкин. Бундан ёруғлик сочувчи конус ҳамма вақт эклиптика бўйлаб, зодиак юлдуз туркумлари бўйича чўзилгани учун уни зодиак ёруғлик дейилади.

Эклиптика доимо уфқ устида тик кўтариладиган тропик мамлакатларда зодиак ёруғлик деярли Сомон йўли сингари ёруғ кўринади ва уни бутун

эклиптика атрофида туташ халқа кўринишида кузатиш мумкин. Зодиак ёруғлиги ҳодисаси Қуёшнинг жуда кўп майда чанг ва газлар тўплами билан ўралган эканлигини исботлайди. Бу чанг ва газларни Қуёш ёритиши туфайли улар Ердан кўринади. Бу тўплам диск шаклида бўлиб, унинг экваториал текислиги эклиптика текислигига яқин бўлади ва унинг чеккалари Ер орбитасидан ҳам ташқарида бўлади.

74 §. Кометалар.

Осмон гумбазида вақти-вақти билан одатдан ташқари шаклдаги ёритгичлар пайдо бўлади. Улар кометалар бўлиб, “пахмоқ” ёки “сочли юлдузлар” дейилади.

Ташқи кўриниши ва ҳаракатларига кўра, кометалар бошқа осмон ёритгичларидан катта фарқ қилади, шунинг учун ўрта асрларда уларни осмон жисмлари эмас, балки Ер атмосферасидаги ҳодисалар деб ҳисоблаганлар. Фақат 16-асрнинг охиридагина Тихо Браге Ердан қараганда кометаларнинг Ойдан ҳам узоқроқ туришини ва бинобарин, планеталараро фазода ҳаракатланишини исботлади. 17-асрда Ньютон кометаларнинг ҳаракати ҳам планеталарнинг ҳаракати сингари бутун олам тортишиш қонунига бўйсинишини кўрсатди.

Кометалар камдан-кам учрайдиган ҳодиса эмас. Ҳозирги вақтда ҳар йили бир неча, баъзан хатто ўнлаб кометалар кашф қилинмоқда. Улар оддий кўз билан кўринмайдиган кометалар бўлиб, телескоп ёрдамида топилади.

Бирор йили кашф этилган ҳар бир комета дастлаб бу кометани кашф қилган кишининг номи, шу йилнинг номери ва кашф қилиниш тартибига қараб белгиланади. Кометаларнинг ишончли орбиталари ҳисоблаб чиқилгандан сўнг уларнинг перигелийдан ўтиш тартибига қараб ҳарфлар Рим рақамлари билан алмаштирилади. Масалан, Пулково астрономи Г.Н.Неуймин 1916 йилда кашф қилган биринчи комета дастлаб “Неуймин кометаси, 1916 а” деб белгиланган, сўнгра узил-кесил “Неуймин кометаси (1916 II)” деб белгиланган, чунки 1916 йилда кашф қилинган кометалар орасида бу комета перигелийдан иккинчи бўлиб ўтган эди.

Кометалар Қуёш атрофида параболик ва чўзиқ эллипс шаклида ҳаракатланади.

Кўпгина ҳолларда комета эллипсининг ҳақиқий шакли номаълум бўлганлиги сабабли кўп кометаларнинг вазиятини параболик ҳаракат формулалари билан ҳисоблаш қулай деб қаралади, чунки параболик ҳаракат формулалари эллиптик ҳаракат формулаларига нисбатан оддийроқдир. Орбиталари параболадан деярли фарқ қилмайдиган кометалар параболик кометалар деб аталади.

Чўзинчоқ эллипс шаклида ҳаракат қиладиган кометалар даврий кометалар деб аталади. Даврий кометалар сони барча маълум кометаларнинг ўндан бирига тўғри келади. Уларнинг орбита текисликлари эклиптика текислигига яқин. Бу кометаларнинг ҳаракат йўналиши, одатда, тўғри – планеталарнинг ҳаракати йўналган томонга бўлади. Фақат Галле кометаси бундан мустаснодир – унинг ҳаракати тескари йўналгандир.

Инглиз олими Э.Галлей (1659-1742) илгарилари кўринган бир неча кометаларнинг орбиталарини ҳисоблаб чиқиб, 1531, 1607 ва 1682 йилларда кузатилган кометалар Қуёшга даврий равишда яқинлашиб турадиган битта кометанинг ўзи эканлигига ишонч ҳосил қилди ва навбатдаги Қуёшга яқинлашишини олдиндан айтиб берди. 1758 йили (Галлей ўлимидан 16 йил ўтгач) ҳақиқатан ҳам, олим башорат қилганидек, комета кўринди ва у Галлей кометаси деб ном олди. Бу комета 1986 йилда ҳам Қуёшга яқинлашади. Кометанинг 75-76 йиллик айланиш даврига асосланган ҳолда милоддан олдинги 240 йилда Ердагиларга кўринган комета шу комета эканлиги аниқланди. У комета милоднинг 66, 141, 218, 295, 373, 451, 530, 607, 684, 760, 837, 912, 989, 1066, 1145, 1222, 1301, 1378, 1456, 1531, 1607, 1682, 1758, 1835, 1909, 1910 ва 1986 йилларида ердагиларга кўринган кометалар.

Ҳозирги пайтда айланиш даври 42 йилдан 10 йилгача бўлган кометалар маълум. Энке кометасининг Қуёш атрофидан айланиш даври $3\frac{1}{3}$ йилни ташкил қилади. Бу комета XVIII аср охирларидан бизга маълум бўлиб, бу кометанинг даврийлигини биринчи бўлиб Энке исботлаган. Бу комета тезланувчан ҳаракат қилади. Ҳар айланиш даври олдингисидан 3 соатга қисқадир, деган фикрларни ҳам Энке айтган эди. Агар шу фикр тўғри бўлса комета бора-бора Қуёшга бориб урилади.

75 §. Кометалар ядроси ва думидаги физик жараёнлар.

Ҳар қандай кометанинг асосий қисмини унинг боши ташкил қилади. Комета бошининг ёруғлиги, одатда унинг марказидан четига қараб камайиб боради. Кўпинча бундай марказий “қуюқлашиш”, туман орасидаги ёруғлик сочиб турган юлдуз кўринишида бўлади. Бундай “қуюқлашиш” кометанинг ядроси деб ва ядрони ўраб олган туманлик эса қобик деб аталади.

Телескопик кометаларнинг кўпларида ядро ҳам, ҳатто аниқ марказий қуюқлашиш ҳам бўлмайди.

Кометанинг бошидаги модда бир томонга чўзила бориб ёруғ полоса – думга айланади. Кометанинг думи бошидан узоқлашган сари хиралашиб ва кенгайиб боради, унинг кескин чегараси бўлмайди. Кометанинг думи, одатда комета орбитаси текислигида ётади ва доим Қуёшга қарама қарши томонга йўналган бўлади. Комета Қуёшдан узоқлашаётганда думи олдинда бўлади. Телескопик кометалар думсиз бўлади.

Дум – кометанинг доимий бир бўлаги эмас, дум фақат комета Қуёшга яқин бўлган қисқа вақтда (перигелийда) Қуёш таъсирида ҳосил бўлади. Комета Қуёшга яқинлашган сари, аста-секин шаклини ўзгартира боради. Ядро ва боши ёруғлашади, ядродан газ массалари “буғланиб чиқа бошлайди” ва булар ядро атрофида қобик ҳосил қилади. Бундан “буғланиш” бошқа томонларга қараганда ядрони Қуёшга қараган томонида кучлироқ бўлади. Бироқ бу “буғланиш” кометанинг бошида сақланиб қолмайди. Қуёшдан тарқалаётган итарувчи куч таъсирида улар (“буғлар”) четга чиқариб ташланади ва Қуёшдан қарама қарши томонга қараб кетади. Заррачаларнинг ҳаракати 100 км/сек га етиши мумкин.

Комета думининг узунлиги 10 ва 100 млн. км гача чўзилиши мумкин.

Куёш системасидаги жисмлар орасида ўлчамлари энг катта бўлгани кометалардир. Кометалар массаларининг ниҳоятда камлиги ва демак, зичликларининг камлиги ҳайратда қоларлидир. Улар Ер массасидан миллионлаб марта кичикдир.

Б.А.Воронцов – Вельяминовнинг тахминий ҳисоблашича, Галле кометаси ядросининг диаметри 60 км, ядросининг массаси тахминан кичик бир астероиднинг массасига тенгдир.

Кометанинг спектрида Фраунгофер қора чизиклари сезиларли бўлган туташ спектрни кўриш мумкин. Бу кометада Куёш ёруғлигини қайтарувчи қаттиқ заррачалар борлигини кўрсатади. Комета ядроси ва думларининг спектрларида ёруғ чизиклар ва полосалар кўринади. Комета бошининг спектрида углерод C_2 , циан CN ва думининг спектрида углероднинг ионлашган оксиди CO^+ ва ионлашган молекуляр азот N_2^+ нинг полосалар борлиги аниқланди.

76 §. Кометаларнинг келиб чиқиши.

Кометаларда кузатиладиган барча ҳодисалар бу жисмлар бошқа жисмларга нисбатан тез парчаланиш босқичида эканлигини исботлайди. Бу парчаланиш турли йўллар билан боради.

1. Катта комета бўлиниб кетади ва бир нечта кометага айланади. Масалан, Биэла кометаси 1882 II.

Кометанинг парчаланиши Куёш тортиш кучини кометанинг Куёшдан энг узоқ ва энг яқин турган қисмларига турлича таъсир қилиши натижасида содир бўлади.

2. Кўп кометалар орбиталарининг афелийлари Юпитер орбитаси яқинида жойлашган бўлгани учун, Лагранж бундай кометалар шу гигант – планета ичидан отилиб чиққан материядан иборат бўлса керак, деган фаразни ўртага ташлаган эди. Бироқ комета ҳосил қилиш учун Юпитердан ажралиб чиққан масса 60 км/сек тезликда отилиб чиқиши керак. Аммо бундай тезликлар ҳосил қила оладиган кучни кўз олдида келтириш қийин.

3. С.А.Орловнинг метеороит гипотезасига кўра комета иккита жисмнинг тўқнашишидан ҳосил бўлади.

4. О.Ю.Шмидт томонидан ишлаб чиқилган назарияга асосан кометалар ҳам планеталар ҳосил бўлган материалдан – юлдузлараро майда муз-чанг заррачалардан ташкил топган, деган фараз анча кенг тарқалган.

77 §. Метеорлар, болидлар ва метеоритлар.

Планеталараро фазода сон-саноксиз кичик қора жисмлар ва чанг зарралари бор бўлиб, улар Куёшнинг тортиш кучи таъсирида турли орбиталар бўйлаб ҳаракатланади. Ер ўз орбитаси бўйлаб ҳаракатида ҳамма вақт улар билан учрашиб туради, аммо биз фақат шундай учрашиш пайтидагина метеор жисмларнинг мавжудлигини биламиз, улар бўшлиқ фазодан Ер атмосферасига жуда катта тезлик билан учиб келиб, ҳавонинг қаршилиги деярли бир онда

чуғланади ва буғланиб, ёруғ из қолдиради. Бу қисқагина чакнаш метеор ёки “учар юлдуз” дейилади.

Агар айни бир метеорнинг бир-биридан бир неча километр масофада жойлашган икки нуқтадан кузатилса, унинг юлдузлар орасидаги параллактик силжишини сезиш ва бундан унинг Ер сатхидан баландлигини ҳисоблаш мумкин. Метеор атмосферанинг 100 км баландлигида чакнаб, одатда 70-80 км баландликда сўниши маълум бўлди. Аммо метеорнинг кўринма йўлини узунлиги юзларча километрдан ортиқ бўлади.

Ойдинсиз очик кечада ўрта ҳисобда соатига 4-5 метеорни кўриш мумкин. Албатта, бу сон суткалик ва йиллик вариацияга боғлиқ. Масалан, метеорлар ярим кечагача озроқ ва ярим кечадан сўнг кўпроқ кўринади. Баҳор пайтида озроқ ва куз пайтида кўпроқ кўринади.

Баъзан шундай катта ўлчамдаги метеор жисмлар ҳам учраб қоладики, улар ер атмосферасида учаётганларида метеорлар каби юқори баландликлардаёқ батамом парчаланиб кетишга улгура олмай, ҳавонинг пастроқ қатламларигача кириб қоладилар. Бундай жисм атмосферада учиб келаётганида ўз атрофида тезда чуғланган газ қобиқ ҳосил қилади ва бу қобиқнинг олд томони айниқса қизиган бўлади. Чуғланган газ оқимлари жисмдан сурканиб ўтади ва жисм сиртидан унинг айрим молекулаларини, шунингдек, метеор жисмнинг эриган томчиларини сидириб, жисм орқасида “олов дум” ҳосил қилади. Ер сиртидаги кузатувчига бу ҳодиса баъзан катталиги тўлинойдек бўлган олов шар бўлиб кўринади.

Табиатда жуда кам учрайдиган ва осмонда учиб ўтадиган олов шар болид дейилади.

Болидлар, кўпинча, сезиларли даражадаги кўринма диаметрға эга бўлиб, баъзида ҳатто кундузи ҳам кўринади. Диндор кишилар бундай олов шарларни, оғзидан олов чиқариб учадиган аждаҳолар деб талқин қилганлар. Ҳавонинг катта қаршилигига дуч келган метеор жисмлар, кўпинча, парчаланиб кетади. Метеор жисмларнинг Ерга тушган қолдиқлари метеоритлар дейилади.

Унча катта бўлмаган метеор жисмлар, баъзан, Ер атмосферасида бутунлай буғланиб кетади. Кўпчилик ҳолларда унинг массаси учиб вақтида емирилиб анча камаяди ва у ҳавонинг қаршилиги натижасида космик тезлигини йўқотиб, одатда, совушга улгурган метеорит қолдиқлари кўринишида Ерга етиб келади. Баъзан, бутун бир метеор ёмғири “ёғади”. Метеоритларнинг сирти учиб даврида эрийди ва қора пустлоқ билан қопланади. Ана шундай бир “қора тош” Маккадаги ибодатхона (каъба) деворига ўрнатилган бўлиб, бу тошга диндорлар сажда қилишади.

Метеоритларнинг уч хили маълум: тошли, темирли ва тоштемирли.

Баъзан метеоритлар тушгандан кейин кўп йиллар ўтгач топилади. Топилган метеоритлар давлат мулки ҳисобланади ва уни ўрганиш учун илмий муассасаларга топширилади. Ундаги радиоактив элементлар ва кўрғошиннинг миқдорларига қараб, метеоритларнинг ёши аниқланади. Уларнинг ёши ҳар хил, энг қадимий метеоритларнинг ёши 4,5 млрд, йилга тенг.

Энг катта метеоритлардан баъзилари катта тезлик билан тушганда портлаб кетади. Совет олимлари В.В.Фединский ва К.П.Станюковичларнинг

фикрича метеорит ер сиртига урилганда чўғланган газга айланади ва метеорит модданинг кристалл панжараси тўсатдан бузилади ва портлайди. Портлаш худди Ойдаги кратерларни эслатадиган метеорит кратерларини вужудга келтиради. Бундай кратерлардан энг каттаси АҚШнинг Аризона штатидадир.

Метеоритлар таркибида Ердаги тоғ жисмларидагига қараганда сон жихатдан анча кам минераллар борлиги аниқланган. Бу метеорит моддасининг характери нисбатан соддалигидан дарак беради. Бироқ, метеорит таркибига кирадиган кўп минераллар Ерда учрамайди. Масалан, тошли метеоритлар таркибида юмалоқ доналар – хондрилар бор бўлиб, уларнинг химиявий таркиби Куёшнинг химиявий таркибига жуда ўхшашдир. Энг қадимий бу модда Куёш системаси планеталари шаклланишининг бошланғич босқичи ҳақида маълумотлар беради.

78 §. Метеорларни кузатиш.

Метеорларни қуйидаги усулларда кузатиш мумкин:

1. Метеорларни асбобларсиз кузатиш – бу усулда кузатиш даврида кузатувчи метеорнинг кўринма йўлини юлдузлар осмонининг харитасига чизиб боради. Метеор кўринган вақт ва учиб даври қайд қилинади.

2. Фотоаппаратлар ёрдамида кузатиш – бу усулда кузатиш пайтида ёруғлик йиғиш қобилияти кучли бўлган объективли фотоаппарат танланиб, объективнинг йўналишини ёки зенитга ёки радиантга йўналтирилади. Метеорларнинг фотопластинкадаги тасвири тўғри чизиклар шаклида бўлади.

3. Радиолакацион усул – бу усул энг яхши усул бўлиб, метеор учиб ўтиши даврида атмосфера қатламини ионлаштиради ва радиолакатордан юборилган тўлқин ионлашган зонадан қайтади, бу эса метеорларни кундузлари ҳам кузатиш имконини беради.

Метеор изларини кузатишнинг ҳам катта аҳамияти бор. Метеор учаётган соҳадаги ионлашган ҳавонинг ёрқин массаси метеор излари деб аталади. Ҳаво кучли ионлашганда из бир неча минутгача ёришиб туради ва ҳаво оқимлари таъсирида осмонда силжийди. Бундай кузатишлар атмосферанинг юқори (80-200 км) қатламидаги ҳолатлари ҳақида қимматли маълумотлар беради.

4. Сунъий йўлдошлар ва геофизик ракеталари учурилиш усули – бу усулда йўлдош ёки ракетага ҳисоблагичлар ўрнатилади ва бу ҳисоблагичлар нечта метеорит келиб урилганлигини ҳисобга олади. Аммо бу урилишлар кичик массали зарраларнинг урилиши бўлганидан, йўлдош ёки ракеталарнинг йўналишига сезиларли таъсир кўрсатмайди.

79 §. Метеорлар оқими ва унинг кометаларга алоқаси.

Метеорлар спорадик ва даврий бўлади. Спорадик метеорлар – ихтиёрий йўналишдаги ва турли вақтларда пайдо бўладиган метеорлардир.

Даврий метеорлар – ҳар йили бир хил вақтда бир йўналишда пайдо бўладиган метеорлардир. Агар метеорлар қолдирган изларни орқа томонига давом эттирилса, улар бир нуқтада кесишади.

Худди бир нуқтадан чиқаётгандай кўринган бундай метеорлар метеорлар оқимини ташкил қилади.

Метеор оқимларидан жуда кўпи маълум. Бу оқим радиантлари қайси юлдуз туркимида бўлса, улар шу юлдуз туркумининг номи билан аталади. Масалан, Персей юлдуз туркумида бўлса – Персеидлар, Асад (Лев) юлдуз туркумида бўлса – Леонидлар, Аждаҳо (Дракон) юлдуз туркумида бўлса – Драконида ва ҳоказо деб аталади.

Метеор оқимлари турлича бўлади. Масалан, ҳар йили 11-12 августда Персеидлар оқимини кўриш мумкин. Бир жойда турган кузатувчи ҳар соатда 40-50 метеорни бир хил кўринишда кўриш мумкин. 12-14 ноябрда Леонидлар оқими учратилади. Бу зонада унча кўп метеорлар кутилмасада, айрим йилларда “юлдузлар ёмири”ни учратиш мумкин. Шундай ҳолат 1789, 1833, 1866 йилларда бўлиб, кузатувчи бир соатда минглаб, ўнг минглаб метеорларни кузатиши мумкин.

“Юлдузлар ёмири” энг ажойиб осмон ҳодисаларидандир. Бу ҳолатда атроф ёришиб кетади. Юлдузлар “бурон вақтида ёғётган қор парчаларига ўхшаб туша бошлайди”. Аммо бу ҳодиса шовқинсиз ўтади.

Текширишлар шуни кўрсатадики, метеорлар кометалар билан алоқадор экан. Масалан, 1867 йил августда кузатилган метеорлар Персеидлар бўлиб, улар айланиш даври 120 йилга тенг бўлган комета (1862 III) орбитаси бўйлаб ҳақатланади.

Леонидлар оқими эса даври $33\frac{1}{4}$ йил бўлган бир комета даврига тенг вақтда такрорланади. Бу боғланиш метеорлар оқими бу ҳолларда кометалардан пайдо бўлганлигини кўрсатади.

Метеорлар билан кометаларнинг боғланишини кўрсатувчи учинчи ҳол Биэла кометаси билан Андромедид метеорлар оқими орасидаги боғланишлардир. Бу оқим 1872 ва 1885 йилларнинг 27 ноябрида ажойиб “юлдузлар ёмири”ни ҳосил қилган.

Джиакобини – Циннер кометаси билан Драконида метеорлар оқими орасидаги боғланиш ҳам шундай.

80 §. Қуёш системаси тузилишининг умумий қонуниятлари.

Унинг келиб чиқиши ва эволюцияси ҳақида замонавий тасаввурлар.

Қуёш системасининг пайдо бўлиши тўғрисида фикр юритишдан олдин, албатта мазкур система тузилишининг қуйидаги умумий қонуниятларини билишимиз шарт.

1. Ҳамма планеталар Қуёш атрофида бир хил йўналишда айланма ҳаракатда бўлади; Ер гуруҳидаги планеталардан Венера, гигант планеталардан Уран ўз ўқлари атрофида тескари йўналишда ҳаракатланиб, қолган ҳамма (7та) планеталар эса ўз ўқлари атрофида ҳам орбиталари йўналишида ҳаракатланади.

2. Планеталар орбиталарининг эксцентриситети (Плутон ва айрим астероидлардан ташқари) жуда кичикдир.

3. Планеталарнинг ҳаммаси (Плутон ва айрим астероидлардан ташқари) ҳам эклиптика текислигига яқин текисликларда айланади.

4. Марказий жисм ҳисобланган Қуёш ўз ўқи атрофида барча планеталар айланиши йўналишида ҳаракатланади.

5. Планеталарнинг барчаси ҳам Қуёш атрофида Тициус ва Боде қондасига мос равишда жойлашган.

6. Планеталар йўлдошларининг кўпчилиги, планета Қуёш атрофида қайси йўналишда ҳаракатланса, улар ҳам планета атрофини ўша йўналишда айланади.

7. Планета йўлдошлари, планета атрофида айлана орбиталар билан айланади ва планета экватори текислигида айланади.

8. Массаси катта планеталарнинг зичлиги кичик бўлиб, ўз ўқи атрофида, зичлиги катта ҳисобланган Ер типигаги планеталарга нисбатан тез айланади.

Мана шу қонуниятлар, албатта, қандайдир умумий қонуниятлар эволюцияси – ривожланишидан келиб чиқиб, Қуёш системасини яратилишига замин пайдо қилган.

Қуёш системасининг пайдо бўлиши тўғрисидаги биринчи фикрни XVIII асрнинг биринчи ярмида Бюффон берган эди. Унинг фикрича Қуёшга келиб тушган комета таъсирида Қуёш таркибидан ажралиб чиққан материя ҳисобига планеталар пайдо бўлган. Бюффоннинг бу фикрлари ўз даврида худди Галилейнинг материалистик фикрларидек профессорлар ўртасида тортишувга учраган эди.

Аслида Бюффон фикрлари фан нуқтаи назаридан ҳам тўлиқ ҳолатда эмас эди.

XVIII асрнинг иккинчи ярмига келиб, немис философи Иммануэл Кант “Осмоннинг умумий табиий тарихи ва назарияси” номли асарида қадимги грек материалистларининг ”Олам жисмлари баъзи оддийроқ ҳолатдаги материядан вужудга келиши мумкин” деган фикрларига асосланиб “Менга материя беринг, мен ундан олам ясайман” деган фикрларни берди. Кантнинг фикрича, ёриткичларнинг вужудга келишида таъсир кўрсатувчи асосий куч – бутун дунё тортишиш кучидир. Бу куч авваллари Қуёш системасининг бутун фазосида тарқалган ва турли-туман ҳаракатга эга бўлган заррачаларни ёки чанглари йиғи, холос, “заррачаларнинг тортишиши кучлироқ нуқталарда шакллана бошлайди”.

Шундай вужудга келган катта қуюқлашишлар кичикларини ўзига тортади ва ҳоказо. Аммо бутун бир гигант шар ҳосил бўлмайди, чунки заррачалар жуда ҳам яқинлашган сари қочирма кучлар таъсир эта бошлайди. Бу кучларнинг таъсири натижасида кичик массаларнинг катта массалар атрофидаги айланма ҳаракати, пайдо бўлган планеталарнинг ўз ўқлари атрофида айланиши ва шунга ўхшашлар келиб чиқади.

Кантнинг бу мулоҳазалари хатодир: механика қонунларига асосан бошқа системаларга боғлиқ бўлган системадаги айланма ҳаракатлар йиғиндиси система аъзоларининг ўзаро таъсири натижасида ўзгармайди. Шундай қилиб, ҳозирги вақтда Кант космологик гипотезасининг ўзи илмий аҳамиятга эга эмас. Лекин материянинг ғайритабиий кучлар ёрдамисиз, табиий ривожланиш ғояси

табиатшуносликнинг, хусусан, космогониянинг ривожланишида жуда муҳим роль ўйнайди.

1796 йили Лаплас Куёш системаси қизиган газдан ташкил топган жуда катта айланма булутдан “туманлик”дан пайдо бўлиши мумкинлигини айтди.

Ўзидаги заррачаларнинг ўзаро тортишиши таъсирида қуюқлашган газсимон туманлик шарсимон шаклга кириши ва марказга томон кўпроқ зичланиши керак. Марказий қуюқланишни Лаплас Куёш деб, анча сийраклашган ташқи қисмини “қобик” ёки “атмосфера” деб атади, даставвал бу атмосфера ҳозирги планеталар системасининг ҳамма фазосини эгаллаган ва марказий қуюқланиш сингари, температураси жуда юқори бўлган.

Совиш натижасида туманлик сиқилади, унинг радиуси камаяди, аммо механика қонунларига асосан сисетманинг умумий “айланиш миқдори” (яъни заррачалар чизикли тезликлари йиғиндисининг уларнинг массаларига ва айланиш ўқигача бўлган масофаларга кўпайтмаси) ўзгармаслиги керак, бинобарин, айланиш тезлиги орта боради, тезлик ортиши билан марказдан қочирма куч ҳам орта боради, бунинг таъсирида эса газ шар борган сари кичикроқ ўқ атрофида айланаётган сиқикроқ сфероид шаклига кира боради. Айланишнинг кейинги тезланишида шундай пайт келадики, унда туманликнинг экватори бўйлаб ётган нуқталарида марказдан қочирма куч тортишиш кучи билан тенглашади.

У вақтда туманликнинг экваторидаги ташқи қисмлар айланаётган юпқа “белбоғи” кўринишида ажралиб, ички қисми эса сиқилишда давом этади. Туманликнинг айланиш тезлиги ортиб бориши сабабли биринчи “белбоғдан” сўнг ундан бир оз кам радиусли иккинчи, кейин учинчи ва ҳоказолар ажралади. Шунинг учун тортилиш кучининг марказдан қочирма куч билан мувозанатда бўладиган чегараси марказга узлуксиз яқинлаша боради.

Туманлик экваторидан заррачаларнинг ажралиши бутунлай бир текисликда рўй бермаган, атрофидагига қараганда зичроқ халқалар мавжуд бўлиб, улар ўзларига ҳам ички, ҳам ташқи томонидаги зарраларни тортиб олган ва аста-секин оралиқларидаги масофалар жуда катта бўлган баҳайбат концентрик “Лаплас халқалари” вужудга келган. Ҳар бир халқанинг радиуси тахминан ҳозирги планеталар орбиталаридан бирининг радиусига тенг бўлган кейинчалик халқа узилган, чунки унинг зичроқ қисми ўзига аста-секин зичлиги камроқ бўлган қисмларининг тортиб олган.

Маълум бир доиравий орбита бўйлаб ҳаракатланадиган бир неча айрим-айрим туман массалар пайдо бўлган. Бу массаларнинг ҳаммаси ўзаро тортишиши туфайли вақт ўтиши билан битта юмалоқ шаклга кириб, Куёш атрофида (халқанинг радиусига тенг бўлган масофада) ҳаракатни давом эттирган. Планеталар шундай вужудга келган, биринчи вақтларда улар газсимон ҳолатда бўлиб, сўнг аста-секин совиغان.

Планеталарнинг вужудга келган бошланғич бўлаклари ҳам ўз ўқи атрофида айланиши керак эди, бундай ҳолатнинг келиб чиқишини Лаплас қуйидагича тушунтиради. Ҳар бир халқа ўзи вужудга келгандан сўнг қаттиқ жисм каби айланган, ундаги ҳамма нуқталарнинг бурчак тезлиги бир хил бўлиб,

чизикли тезлиги эса нукта айланиш ўқидан қанча узоқда бўлса, шунча катта бўлган.

Шундай қилиб, ҳалқанинг ташқи нукталарининг тезлиги Қуёшга яқинроқ турган ички нукталарга нисбатан бирмунча ортиқроқ бўлган. Ҳалқа (ёки унинг бир қисми) қуюқлашиб планетага айлангандан кейин ҳам бу тезлик сақланиб қолган: планетанинг Қуёшдан энг узоқлашган нуктаси унинг марказига қараганда тезроқ ҳаракатланишга, Қуёшга яқинроқ нуктаси, аксинча, секинроқ ҳаракатланишга интилган. Натижада планетанинг айланма ҳаракати шундайки, бунда узоқроқдаги нукталари олдинга ўтиб кетса, яқинроқдагилари эса орқада қолади. Бу айланиш тўғри йўналишда, яъни планета Қуёш атрофидаги қайси йўналишда айланса, шу йўналишда айланишга олиб келган.

Планетани ҳосил қиладиган қуюқланишнинг айланиши етарли даражада тез бўлган ҳоллар яна планета атрофида айланадиган ҳалқаларнинг ажралишига олиб келган ва булардан йўлдошлар пайдо бўлган. Йўлдошларнинг пайдо бўлиши планета пайдо бўлишининг кичрайтирилган кўринишда такрорланишидир. Сатурн планетасининг ажралган ҳалқаларидан бири шундай бир жисмли бўлиб чиқдики, бу ҳалқа узилмаган ва унинг қотган заррачалари бир жойга тўпланмаган.

Лаплас гипотезаси узоқ вақтларгача деярли исботланган гипотеза деб ҳисобланиб келинди. Ҳақиқатан ҳам бу гипотеза планеталар системаси тузилишидаги ҳамма муҳим хусусиятларни:

- 1) орбиталар шаклини доирага яқин бўлишини;
- 2) ҳамма планеталар ҳаракатининг тахминан бир текисликда бўлишини;
- 3) Қуёш атрофида ҳамма планеталар ҳаракатининг бир томонга йўналган бўлишини;
- 4) Қуёш ва планеталарнинг ўз ўқлари атрофида айланишлари ҳам шу йўналишда бўлишини;
- 5) планеталар йўлдошларидан кўпларининг планета атрофида айланишлари ҳам шу йўналишда бўлишини тушунтириб берди.

Аммо вақт ўтиши билан Лаплас гипотезасига қарши бир қатор эътирозлар билдирилди. Лаплас гипотезаси Қуёш системаси тузилишини ва система ташкил этган жисмларнинг ҳаракатини миқдорий тушунтириб бера олмаслиги маълум бўлди. Масалан, бу гипотезага мувофиқ планеталар ҳаракатининг мавжуд тезликларига кўра Қуёш кўп марта тезкор айланиши керак эди. Агар планеталардаги моддалар миқдори назарда тутилса, туманликнинг зичлиги Ер атмосфераси зичлигидан юз миллионлаб марта кам бўлиши керак. Бундай кам зичликда қизиган газ заррачалари орасидаги тортишиш жуда ҳам кучсиз бўлади. Шунинг учун ажралган заррачалар ҳалқага йиғила олмас, ҳалқа эса неча бўлиб қуюқлаша олмас эди. Худди шу сабабга кўра туманлик қаттиқ жисм каби айлана олмай, унинг ҳар бир заррачаси марказий қуюқлашиш атрофида (унинг тортиши таъсирида) мустақил планетага каби, яъни тахминан Кеплер қонунларига мувофиқ ҳаракатланган. Шундай қилиб, заррача марказдан қанча узоқда бўлса, у (Лаплас ўйлаганидек тезроқ бўлмай, балки) шунча секинроқ ҳаракатланади. Бундай Лапласнинг, масалан, планеталар ва йўлдошларнинг “тўғри” айланишини тушунтириши хато экани кўринади.

Гигант планеталар йўлдошларидан баъзиларининг тескари ҳаракатини ва фобоснинг Марс атрофида тез айланишини тушунтириб бўлмайди. XX асрнинг бошларидаги назарий текширишлар фазодан холис бир материя тўпламининг ривожланиши тасаввур қилганича бўлмай, балки қуйидаги икки йўлнинг биридан бориши керак, деган хулосага олиб келди.

1. Агар газ тўплами бошланғич даврдаёқ етарли даражада тез айланса, бу айланишнинг кейинги тезланишда масса иккига ажралиб кетиши ва қўшалок юлдуз (иккита Қуёш) вужудга келиши эҳтимол эди. Агар юлдуз атрофида сийраклашган “лапласча” атмосфера бўлганда эди, у марказий жисмдан тарқалаётган ёруғлик босими таъсирида фазога тарқалиб кетган бўлар эди.

2. Агар айланишнинг бошланғич тезлиги иккига ажралиш учун етарли бўлмаса, у ҳолда ўз ўқи атрофида секин айланадиган ёлғиз Қуёш ҳосил бўлар эди.

Юлдуз эволюцияси йилларидан на биринчисида ва на иккинчисида планеталарнинг, яъни массаси марказий жисм массасига қараганда минглаб марта кам бўлган майда йўлдошларнинг вужудга келишини тушунтириш имконияти кўринмайди.

Шу ва бошқа эътирозларга кўра Лаплас гипотезаси ҳозирги вақтда эскирган ҳисобланади. Аммо ҳозиргача ҳам бу гипотезани турли кўринишларда ўзгартириб қайтадан тиклашга интилишлар давом этмоқда.

Бошланғич туманликни, Лаплас айтгани каби газсимон ва қизиган демай, балки совуқ ва алоҳида-алоҳида қаттиқ чанг заррачалардан ёки метеор жисмлардан ташкил топган деб тасаввур қиладилар. Заррачаларнинг ўзаро тўқнашиши натижасида бундай қора чанг булут қизиши ва қисман ёки булунлай газга айланиши мумкин. Туманликда, Ер атмосферасидаги уюмалар каби, уюрма ҳаракатлар пайдо бўлган ва Қуёш ҳамда планеталар уюрма ичига тортиб олган заррачалардан вужудга келган, деб фараз қилинади.

Қуёш системасининг пайдо бўлиши муаммосини ечишдаги бир мунча қийинчиликларга қарамай, кўпгина олимлар космогония масалалари устида ишламоқдалар. Ҳозирги Кант ва Лаплас томонидан, планеталар ташкил топган бошланғич материал бир айтилган фикрнинг тўғрилигига шубҳа йўқ. Ҳозирги вақтда олимларнинг ҳаракати, Қуёш атрофидаги тарқоқ модда булут қандай вужудга келган ва бу (кейинчалик аста секин планеталарга айланган) булутдаги қуюқлашишларнинг катталаниши қай тарзда борган ва планетагача бўлган булутдаги заррачаларнинг маълум даражадаги тартибсиз ҳаракати қандай қилиб планеталарнинг тартибли ҳаракатига айланган, деган масалаларни аниқлашга қаратилган.

Бундай масалаларни ечишда, газлардан чанг заррачаларнинг ҳосил бўлиши йўллари, газ ҳамда чанг заррачаларининг тўқнашишларини ва шунга ўхшаш физик ва химиявий процессларни аниқлаш катта роль ўйнайди, мана шулар пировардида тарқоқ моддадан ташкил топган булутнинг планеталар системасига айланишини аниқлади. Бу ерда совет олимларидан О.Ю.Шмидт ва унинг илмий ходимлари, Л.Э.Гуревич, А.И.Лебединский, В.Г.Фессенковларнинг, шунингдек, чет эл олимларидан Юри, Каплер, Вайцеккер, Альфвен ва бошқаларнинг текширишлари муҳим роль ўйнайди.

Энди айрим космогоник гипотезаларни муҳокама қилишга ўтамиз. Масалан, Фесенков гипотезаси планеталарнинг пайдо бўлишини Қуёшнинг пайдо бўлиши ва ривожланиши билан боғланди. Фесенков юлдузлар ва планеталар ўртасида сифат фарқи бу жисмлар массалари миқдорий фарқнинггина натижасидир, деб ҳисоблади. Унинг гипотезасига мувофиқ, Қуёш системаси аъзоларининг ҳаммаси тахминан айна бир вақтда газ-чанг материянинг қуюқлашган гигант бир бўлагидан ҳосил бўлган, бу материя бир томондан, зичлигининг турлилиги билан, иккинчи томондан, ҳам илгарилама ва ҳам айланиш ҳаракатнинг мураккаблиги билан ҳаракатерланади. Қуёш бу қуюқлашишнинг энг зич марказий қисмидан, яъни ҳозирги замон Қуёш системасининг деярли ҳамма “запас энергиясига” эга бўлган ва масса жиҳатдан ҳозирги Қуёшдан 8-10 марта ортиқ бўлган қисмидан вужудга келади.

Айланиш жуда тез бўлиши сабабли, дастлабки қуюқланишнинг бир қисми массаси “прото-Қуёш” ундан гўё оқиб тушиб қуюқланишнинг экватор текислиги яқинида зичлиги ортиқ қатламли ҳосил қила боради, ва бу қатламга ўзидаги “айланиш запаси”нинг бир қисмини бериб, унда гравитацион беқарорликни орттира боради. Бу эса Қуёшни ўраб олган материя булутининг ўзгармай қолмасдан, балки, аста-секин қатор қуюқланишларга – зичлиги ортган соҳаларга ажралиб кетиши билан ҳаракатерланади. Зичлиги кам соҳаларда модда ҳосил бўлган қуюқланишларнинг прото планеталарнинг тортиши таъсирида тарқалиб кетади.

Қуёш ва планеталарнинг узил-кесил шаклланиши дастлабки қуюқланишларнинг зичланиши ва бошқа бир қанча жараёнлар натижасида келиб чиқади. Массаси жуда катта бўлган Қуёшнинг ташкил топишида, зичланиш температура ва босимнинг ортишига олиб келади, бу Қуёшнинг ичига ядро алмашиш имкониятини туғдиради, бу эса, ўз навбатида, модданинг юлдуз ҳолатида эканидан дарак беради.

Планеталарнинг тараққиёти уларнинг массаси ва Қуёшдан узоқлиги билан аниқланади. Ер типига кичик планеталар енгил элементларнинг анча қисмини йўқотса, гигант планеталар уларни маълум даражада ушлаб туради. Шунинг учун планеталар химиявий таркибига кўра икки гуруҳга бўлинади: бунда Ер типига планеталарга қараганда гигант планеталарнинг миқдорий химиявий таркиби Қуёш таркибига анча яқинлиги маълум бўлди.

В.Г.Фесенков гипотезаси Қуёш системасининг тузилиши ва ҳаракатидаги асосий хусусиятларни ҳам тушунтиради. Аммо шуни айтиш керакки, бу ажойиб гипотеза математик жиҳатдан ҳозиргача етарли даражада ишлаб чиқилмаган.

Ҳозирги вақтда олимлар Ер ҳеч қачон газдан ҳам, суюқ оловдан ҳам пайдо бўлмаган деган хулосага келдилар.

Ҳозирги даврда энг яхши ишлаб чиқилган гипотеза совет академиги О.Ю.Шмидт (1891-1956)нинг асримизнинг ўрталардаги ишларига асосланган гипотезаси ҳисобланади.

Шмидт гипотезасига мувофиқ планеталар ўзи эндиgina шаклланиб Қуёш атрофида зарралари турли туман орбиталар бўйлаб айланиб юриб жуда катта ва совуқ газ-чанг булутни моддаларидан пайдо бўлган. Вақт ўтиши билан бу булутнинг шакли ўзгариб борган, зарраларнинг тўқнашишлари ва уларнинг

ўзаро энергия алмашилиши шунга олиб келганки, бунда булут аста-секин яссилаша борган зарраларнинг орбиталари эса айланаларга яқинлашиб борган. Йирик зарралар ўзларига майдаларини қўшиб олган. Бир томонга йўналиб ҳаракат қилган. Модданинг қуюқлашган бўлаклари ҳосил бўлиб, улар қалинлиги диаметрига қараганда минглаб марта кичик бўйлаб диск шаклида тақсимланган. Энг йирик қуюқлашган бўлақларнинг массаси тез ортиб борган. Кейин модданинг ҳар хил катталиқдаги ҳосил бўлган дастлабки “пук” гувалақларининг кўпчилигидан бир неча йирик жисмлар-планеталар пайдо бўлган.

Ҳисоблашлар Ер, ҳозирги массасига бир неча юз миллион йилда эришганлигини кўрсатди. Сирти совуқ бўлган Ернинг ички қисми радиоктив элементар ҳисобига қизий бошлаган. Бу Ернинг ичидаги моддаларни эришига олиб келган. Оғир элементар чуқиб, ядрони вужудга келтирганда енгил элементар сиртга чиқиб, Ер қобиғини вужудга келтирган. Зарраларнинг ва турли катталиқдаги (диаметри бир неча келометргача) бўлгани жисмларнинг планеталарга ва уларнинг йўлдошларига келиб тушиши сайёраларнинг қобиклари пайдо бўлгандан кейин ҳам давом этган. Мазкур жисмлар планеталар ва йўлдошлар сиртига космик тезликларда келиб урилиб, портлаган ва жуда кўп кратерларни вужудга келтирган.

Қуёш системасининг газ-чанг булутидан пайдо бўлганлиги ҳақидаги гипотеза, Ер типдаги планеталар билан гигант планеталарнинг физик ҳаракатариликалари орасидаги фарқни тушунтириш имконини беради.

Қуёш яқинидаги булутнинг кучли қизиши гелий ва водородни марказдан чет соҳаларга тарқаб кетишини тезлаштирган ва Ер гуруҳидаги планеталарда улар деярли сақланиб қолмаган. Газ-чанг булутнинг Қуёшдан узоқда жойлашган қисмларида паст температура ҳукм сурган, шунинг учун ҳам Ердаги газлар қаттиқ зарраларга айланган.

Қуёш системасидаги майда жисмлар (астероидлар)нинг келиб чиқиши ҳолида бирнеча гипотеза мавжуд. Масалан, бундай юз йил олдинроқ, астероидлар, илгарилари Марс билан Юпитер оралиғида мавжуд бўлган, лекин қандайдир сабабга кўра парчаланиб кетган планеталарнинг майда бўлақларидан иборат-деган фараз ўртага ташланган эди. Б.А.Воронцов-Вельяминов Қуёш системасидаги ҳамма майда жисмларнинг пайдо бўлиши умумий тарихга эга деб ҳисоблайди. Улар бир вақтлар катта ва бир жинсли бўлмаган маълум планетанинг ҳалокати натижасида ҳосил бўлган, унинг парчаларидан вужудга келган бўлиши мумкин. Ҳалокатдан сўнг музлаган газлар, буғлар ва майда зарралар кометалар ядросига, зичлиги катта бўлган синган бўлақлар эса астероидларга айланган. Астероидларнинг айнан синган бўлақлар шаклдалиги бу фикрни маълум даражада тасдиқлайди.

Нисбатан майда ва енгил бўлган комета ядроларининг кўпчилиги ўзлари вужудга келаётган даври сезиларли даражада катта ва ҳар томонга йўналган тезликларга эришиб, Қуёшдан жуда узоқлашиб кетгандир. Майда жисмларнинг пайдо бўлишини бошқача тушунтириш, ҳамма бошланган куртаклар ҳам планетага айлана олмаганини ҳисобга олади. Улардан кўплиги Қуёш системасида астероидлар ва метеор жисмлар кўринишида сақланиб қолган.

Қуёшдан жуда узоқда бу бошланғич куртаклар ҳозиргача ҳам модданинг қаттиқ зарралари билан аралашган айрим катта муз парчалари шаклида мавжуддир. Булар улкан булутларни ташкил этувчи комета ядролари бўлиб, бу булутлар Плутон орбитасидан ҳам узоқ жойларга чўзилган.

Кометалардан кўпчилиги Қуёш системаси чегарасига яқин борадиган ўзларига хос орбиталар бўйлаб ҳаракатланади. Юпитернинг тортиш таъсири баъзи кометалар орбиталарини жуда чузиқ эллипсга айлантириб юбориши мумкин, кометалар шу орбиталар бўйлаб ҳаракатланаётиб планеталар системаси ичига келиб қолади. Улар бундан миллиардлаб йиллар аввал вужудга келган бўлиб “космик ҳолодильник”да сақланиб қолган моддани ўзлари билан олиб борадилар. Шу давр ичида эриш, кристалланиш ва бошқа физика-химиявий жараёнлар юз берган планеталарда модданинг бошланғич таркиби ва тузилиши катта ўзгаришларга учраган деб тахмин қилинади.

Қуёш системасидаги турли жисм жисмларининг ёши ва химиявий таркиби тўғрисида мавжуд маълумотлар бошқа олимларнинг ишларида ривожлантирган Шмидт гипотезасига мос келади.

Компьютерлар ёрдамида олиб борилган ва магнит майдони ҳамда бошқа бир қатор далилларни ўз ичига олган ҳисоблашлар, планеталар системасининг бундай тахминан 5 млрд. йил олдин ёш Қуёшни қуршаб олган газ-чанг булутидан пайдо бўлганини тушунтириш имконини беради. Бироқ бундай узоқ ва мураккаб жараённинг айрим томонларини ўрганиш ва қайта аниқлаш ҳозир ҳам давом этмоқда.

VI боб. ҚУЁШ ФИЗИКАСИ

81 §. Қуёш ҳақида умумий маълумотлар.

Қуёш бепоён коинотдаги юлдузларнинг Ерга энг яқини бўлиб, у Қуёш системасининг марказий жисми ва бу системада ёруғлик ва иссиқлик ва ҳаёт манбаидир. Қуёш гардишининг (Ердан 1.а.б. узоқликда) диаметри $32' 00''$ га, Ер ўз орбитасининг перигелийга келганида (3 январда) у $32' 35''$ га Ер афелийда 4-июлда бўлганида эса $31' 31''$ га тенг бўлиб кўринади.

Қуёшнинг радиуси 696000 км, ҳажми $1,41 \times 10^{33}$ см³, ўртача массаси $1,99 \times 10^{33}$ г ва ҳамма сайёраларнинг жами массасидан 750 марта катта. Бундай ўлчамларга мос келган ўртача зичлик $\rho = 1,41 \text{ г/см}^3$ бўлиб, Қуёш сиртидан оғирлик кучи тезланиши Ердагидан 27 марта катта бўлади.

Қуёш нурланишини кузатиш мумкин бўлган ташқи қатламлари Қуёш атмосфераси дейилади. Қуёш атмосферасидаги температуранинг ўзгаришига қараб, у шартли равишда уч қисмга бўлинган.

Кўзни қамаштирадиган ёруғ фотосферани (ёруғлик сфераси) Қуёш гардиши қилиб кузатамиз. Унинг ёруғлиги Қуёш гардиши четларига томон камайиб боргани бевосита кузатишлардан кўриниб туради. Фотосферанинг юқори қисмида температура Қуёш учун энг минимал қиймат- 43004600^0 К га тенг.

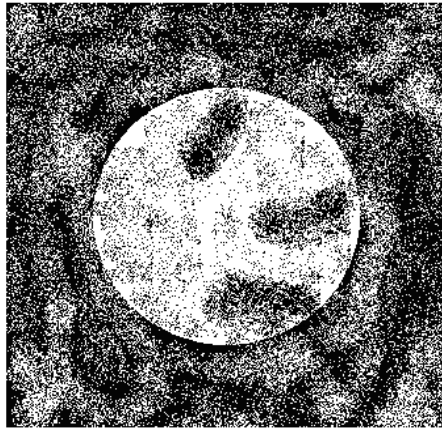
Фотосферани ташкил этган модда плазма ҳолатида бўлади. Фақат фотосферадагина водород нейтрал ҳолатда ҳам учрайди. Бошқа элементларда тўла ионлашган бўлади.

Фотосферани кучли телескоплардан кузатилганда ёки фотосуратга олинганда, у бир текис ёруғ бўлмай, кўп сондаги қорамтир ораликлар билан ажратилган, ўртача катталиги $-1''$, яъни -1000 км атрофидаги айрим оқ доначалардан иборат экани кўринади. Гурунч доналарига ўхшаган кўпгина узунчоқ нотўғри шаклидаги бу оқ доначаларга гранулалар дейилиб, гранулаларнинг пайдо бўлиш ҳодисаси грануляция дейилади. Айрим грануланинг умри ўрта ҳисобда 5 минут бўлиб, уларнинг бири ўрнига иккинчиси пайдо бўлиб, алмашилиб туради.

Гранулаларда спектрал чизиқлар бинафша томонга, ораликларда қизил томонга силжиган бўлади, яъни Доплер принципига биноан гранулаларда модда юқорига кўтарилиб, ораликларда пастга томон ҳаракат қилар экан. Бунда ҳаракат тезлиги $1-2$ км/сек бўлиб, у Қуёшдаги газ оқимларининг “қайнаб” аралашиб туриши, конвекция ҳодисасидан дарак беради.

Фотосфера устида биринчи галда кўзга ташланадиган объектлар Қуёш доғларидир.

Қуёш доғининг пайдо бўлишидан олдин, фотосферада кичкина қора ковакчалар пайдо бўлади. Одатда бир кундан кейин ковакчадан аниқ чегарага эга бўлган битта ёки кўп сонли майда доғчалар билан ўралган иккита асосий доғдан иборат доғлар гуруҳлари ҳосил бўлади. Етилган асосий доғ қорароқ марказий соя (ядро) дан ва уни атрофлама ўраб олган ярим соя (ядрога нисбатан ёруғлик полоса)дан иборат бўлади.



42-расм. Қуёш доғлари

Доғнинг марказий қатламида температура 4500° К атрофида, яъни Қуёшнинг ўртача температурасидан 1500° пастроқ. Шунинг учун доғ ўз атрофидаги ёруғ фотосферага нисбатан қора бўлиб кўринади. Доғларнинг умри ўрта ҳисобда 2-3-ойга тенг. Аммо бир кунига кузатилган ва 1 йиллик ортиқ вақт ичида кузатилиб турган доғлар ҳам бор. Баъзи доғлар Ер диаметридан 10 марта катта бўлади. Доғлар асосан Қуёш экватори соҳасида (кенглиги $+30^{\circ}$ гелиографик кенгламаларда) кузатилади. Кенглиги $+45^{\circ}$ кенгламалардан бошлаб (қутблар томонга) улар кузатилмайди.

Қуёшнинг умумий ўртача магнит майдони 1 эрстед атрофида. Баъзи жойларда у ўндан ёки юздан ортиқ эрстедга кўтарилади. Бундай соҳаларда оқариб кўринадиган доғлар машъаллар кузатилади. Улар Қуёш гардиши четларида айниқса аниқ кўринади.

Уларнинг температураси атрофдаги температурага нисбатан $200-300^{\circ}$ га юқори бўлади. Машъаллар кўпинча доғ гуруҳлари атрофида, баъзан эса мустақил ўзлари кузатилади. Уларни қутблар соҳасида кузатиш ҳам мумкин.

Доғлар ва машъаллар Қуёш гардиши устида ғарбдан шарққа тамон суткасига тахминан 13° тезлик билан тўхтовсиз силжиб туради.

Бу силжишлардан ва диск четида спектрал чизикларнинг Доплер принципига биноан силжишларини ўлчашлар натижасида Қуёш ўзи атрофида ғарбдан шарққа тамон айланиши аниқланган. Қуёшнинг айланиш ўқи эклиптика текислиги билан $7^{\circ}15'$ бурчакни ташкил этади. Аммо Қуёш қаттиқ жисм каби айланмайди. Унинг экватор соҳаларида сидерик айланиши даври 25 суткага тенг 60° гелиографик (Қуёш экватори текислигидан гардиш устида берилган нуқтагача бўлган ёй) кенглама 30 сутка ва қутблар соҳасида 35 суткани ташкил этади. Ер Қуёш атрофида айланганида Қуёшнинг айланиши Ердан бир оз секинлашиб кўринади. Экваторда бу (синодик) давр 27 сутка, қутбларда 37 сутка атрофида бўлади.

82 §. Қуёшнинг спектрал ва кимёвий таркиби.

Нурланишнинг кўринадиган қисмида Қуёш спектри жуда кўп сондаги қора ютилиш чизиклари билан кесилган туташ спектрдир. Бу қора чизикларда биринчи бўлиб австралиялик олим Фраунгофер 1814 йилда ўрганган эди. Шунга кўра уларни Фраунгофер чизиклари деб атайдилар. Қора Фраунгофер чизикларидан жуда аниқ кўринадиган энг интенсивларини латинча ҳарфлар (А, В, С, ...) билан белгилаш қабул қилинган. Ҳозирги вақтда Қуёш спектрларида тўлқин узунлиги $\lambda=3000^0$ А дан $\lambda=2500^0$ А гача бўлган 30000 га яқин қора ютилиш чизиклари маълум.

Бу чизикларнинг вужудга келиши қуйидагича тушунтирилади. Қуёш атмосферасининг юқори қатламларидаги газлар узлуксиз спектрнинг баъзи соҳаларида нурланишни ютиб қолади. Ютилган энергия ҳисобига атом фотоэлектрик кўзғатилади ва спонтан нур сочиш хусусиятига эга бўлиб қолади. Ички қатламлардан (пастдан) келаётган энергия турли томонга, шу жумладан, олдинги йўналишга нисбатан орқа томонга ҳам сочилади. Натижада спектрнинг берилган Фраунгофер чизиклари жойлашган қисми атрофдаги туташ спектрга нисбатан қорамтир бўлиб кўрилади. Бу қора ютилиш чизикларининг интенсивлигига қараб сочувчи атомлар сони ҳақида мулоҳаза қилиш мумкин.

Нурланишнинг кўзга кўринадиган қисмида энг интенсив чизиклар ионлашган кальцийда тегишли Н ва К чизиклари, кейин водороднинг Бальмер сериясидаги биринчи H_α , H_β , H_γ чизиклари жойлашган. Натрийнинг резонанс чизиклари D_1 , D_2 , магний, темир, титан элементларга хос ютилиш чизикларига ҳам анча интенсив чизиклардир.

Аммо Қуёш спектридаги энг интенсив чизик ($\lambda=1216^0$ А) водород элементининг L_d (Лайман-d) резонанс чизигидир. У спектрнинг ультрабинафша соҳанинг узоқ қисмида ютилиш фони устидаги ёруғ эмиссион чизик кўринишида бўлиб, фақат Ер атмосферасидан ташқаридагина кузатилади.

Спектрнинг ультрабинафша қисмидаги гелийнинг 584^0 А ва водороднинг 1216^0 А резонанс чизиклари энг интенсив чизиклардир. Бундан Қуёш моддасининг асосий қисмини водород ва гелий ташкил этади деб хулоса қиламиз.

Нурланишнинг кўринадиган соҳасида энергия максимуми спектрнинг кўк-яшил ($4300-5000^0$ А) қисмига тўғри келади. Бу максимумдан икки томонга нурланиш интенсивлиги пасайиб боради. Ракета ва сунъий йўлдошлардан кузатишларга биноан Қуёш спектри тахминан $\lambda=1500^0$ А гача узлуксиз ютилиш спектри бўлиб сақланади. Кейин қисқа тўлқинлар томонига қараб спектр кескин ўзгаради. Туташ спектр энергияси кескин пасайиб қора фонга ўтади ва ютилиш чизиклари ўрнига тахминан $\lambda=1500^0$ А дан бошлаб, ёруғ эмиссион чизиклар пайдо бўлади. Ҳозирги вақтда Қуёш спектрининг узоқ ультрабинафша ва рентген нурланиш соҳаси ҳам ўрганилган.

Қуёш спектри Ер атмосферасидан (ташқари) ўтганда унинг тахминан 15 микронгача бўлган инфракизил соҳаси қисман 15 микродан 1 см тўлқин узунлигигача бўлган соҳаси тўла ютилади. Шунинг учун бу соҳани атмосфе-

радан ташқаридагина кузатиш мумкин. Бир сантиметрдан узунроқ радиодиапазонда, тахминан $\lambda=1\text{м}$ га қадар нурланиш учун атмосфера яна тиниқ. Бу диапазонда нурланиш интенсивлиги $T=6000^0\text{ К}$ температурали жисм берган нурланиш интенсивлигидан анча катта. Бир неча метрлар билан ўлчанадиган радиодиапазонда нурланиш интенсивлиги 1 млн. градус температурагача иситилган абсолют қора жисмнинг радионурланиши кабидир. Бу соҳада тўлқин узунлиги ортиши билан интенсивлиги камайиб боради. Қуёшнинг бу хил нурланиши қисқа тўлқинлар томонидаги рентген нурланиши каби ўзгарувчи нурланиш бўлади. Назарий астрофизика берган маълумотларга кўра Қуёшда Менделеев жадвалидаги 70 га яқин элемент бор ва энг кўп тарқалган элемент водород бўлиб, у Қуёш массасининг деярли 70 фоизини ташкил этади. Қуёшнинг қолган 29 фоизини гелий, 1 фоизини бошқа элементлар ташкил этади.

Бу маълумотлар асосан Қуёш атмосферасига тегишли бўлсада, Қуёшнинг кимёвий таркиби унинг атмосферасидан унча кўп фарқ қилмайди, деб ҳисоблашга асос бор. Қуёш атмосфераси бевосита фотосфера устида жойлашган хромосфера ва ундан юқорирокдаги Қуёш тожи деб аталувчи сийрақроқ газ қатламларидир. Бу қатламларни кўпгина усуллар билан ўрганиш мумкин.

83 §. Қуёш температураси.

Қуёш сочаётган энергиянинг фақат икки миллиарддан бир қисмигина Ерга тушади. Ерга келиб етган энергия миқдори Қуёш доимийси билан ўлчанади. Ер атмосферасидан ташқарида (Ердан Қуёшгача бўлган ўртача узоқликда) Қуёш нурларига перпендикуляр ўрнатилган 1 см^2 юзага 1 минутда тушган Қуёш энергияси Қуёш доимийси дейилади. Ракеталарда ўрнатилган асбоблар берган маълумотларга кўра Қуёш доимийси

$$P=1,95 \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}} = 1,36 \cdot 10^6 \frac{\text{эрг}}{\text{см}^2 \cdot \text{сек}} = 0,136 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}$$

Қуёшдан ҳар томонга тарқалган тўла энергияси $S=4\pi R^2 E$ бир астрономик бирликга тенг радиусли сферанинг юзида тақсимланади ва бу сферанинг 1 см^2 юзада вақт бирлиги ичида Қуёш доимийсига тенг ρ энергия тушади, яъни $S=4\pi \rho R^2$. Бундан $S=4\pi R^2 E=4\pi \rho R^2$ бўлади, ёки $E=\frac{\rho R^2}{R^2}$ бўлади. Бу қийматни

Стефан-Болцман формуласига қўйсак $E=\sigma T^2=\frac{\rho R^2}{R^2}$ дан $T=\sqrt{\frac{\rho R^2}{\sigma}}$ бўлади. Шу усул билан топилган эффектив температура $T=5760^0\text{ К}$ га тенг.

Қуёшнинг ташқи қатламларига хос температура турли усуллар билан топилган бўлиб, улар қуйидагича тўпланган.

Қуёш фотосферасидан пастроқда жойлашган қатлам температураси энг кичик: 4500^0 К . Бу қатламдан ичкарига (марказга томон) ва юқорига (атмосферага томон) температура ортиб боради. Масалан, ташқи тождан келувчи метрлик радионурларда ўлчанган температура миллион градусга тенг. Қуёшнинг марказий қисмларида температура ўнлаб миллион градус атрофида.

84 §. Қуёшнинг радионурланиши.

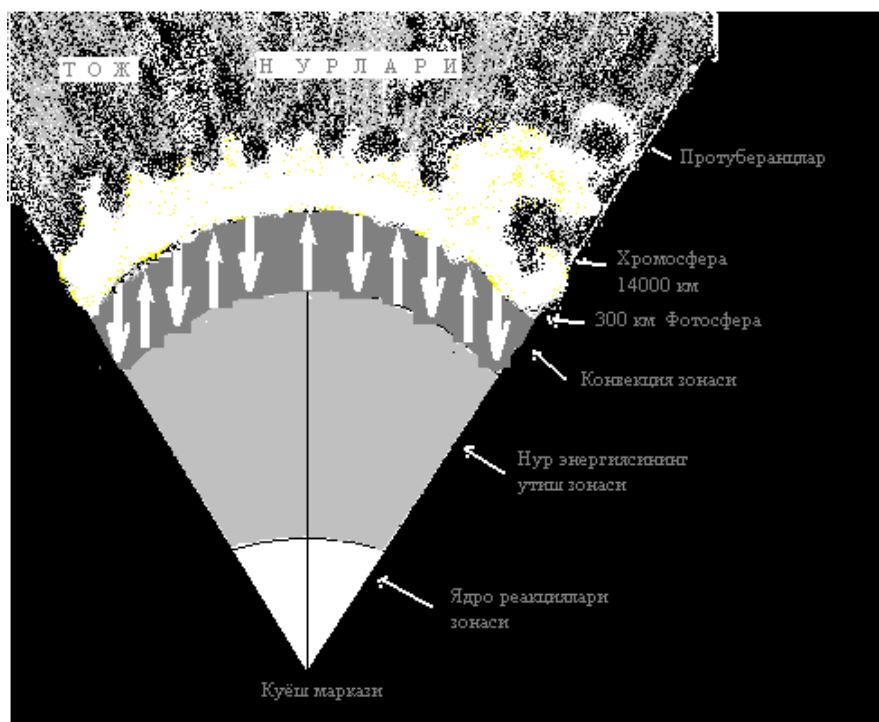
Фотосферанинг устида жойлашган хромосферада температура аста секин бир неча ўн минг градусга кўтарилади.

Хромосферанинг ташқи қатламларида зичлик 10^{-5} г/см³ даражага етган жойда температура кескин миллион градусга кўтарилади.

Бу соҳада Қуёш атмосферасининг энг ташқи сийрак қисми – Қуёш тожи деб аталувчи қатлам бошланади.

Хромосферанинг равшанлиги фотосфера ёруғлигидан юзлаб марта хира. Шунинг учун фотосферадан чикиб келаётган қувватли радиация фонидан хромосферанинг хира нурланишини ажратиш махсус усулларни қўллашни талаб этади. Қуёш тўла тутилган пайтларда қисқа вақт давомида хромосферани бевосита кўриш мумкин.

Бу ҳолат Қуёш тўла тутилганда Ой диски четлари орқасидан қизил рангда ўроқ шаклида, баъзан ингичка туташ ҳалқа сингари кўриниб туради.



43-расм.

Бу ҳалқанинг эни, яъни хромосферанинг қалинлиги $16''$ - $20''$ ёки 12-15 минг км. га етади. Баъзи жойларда қизиган модда массалари хромосферанинг ўртача сатҳидан анча баландга (1млн.км. гача) кўтарилади. Хромосферадан бундай чикиб турган газ булутлари ва оқимларига протубераницлар дейилади. Улар кўпинча Қуёш доғлари соҳасида пайдо бўлади ва магнит майдони туфайли шаклини сақлаб туради. Протубераницларда ва уларнинг айрим қисмларида модда ўнлаб, юзлаб км/сек тезлик билан тожга томон, баъзан тождан хромосферага томон ҳаракат қилиши кузатилади.

Хромосфера ва протубераницлар спектри ёруғ чиқариш чизиқларидан иборат эмиссион спектрдир. Қуёш тўла тутилган пайтда хромосферага спектрал

асбоб билан қарасак, Қуёш спектридаги туташ ёруғ фон бирданига ўчиб қолгандай, барча қора Фраунгофер чизиклари эса ёруғ эмиссия чизикларига айлангандай бўлиб кўринади. Бу ранг-баранг чизиклар 2-3 минут давомида (тўла тутилиш тугагунча) кўриниб туради. Шунга кўра бу хил кўринишдаги хромосфера спектрига чакнаш спектри дейилади.

Фотосферанинг кўринадиган спектрида гелий чизиклари деярли кузатилмайди. Хромосфера спектрида эса улар жуда интенсив, спектрдаги бу ҳодиса ҳам хромосферада температура ортиб боришини исботлайди.

Хромосферанинг энг майда структурасига спекулалар дейилади. Улар кўпроқ радиал йўналишдаги чўзинчоқ шаклга эга, узунликлари бир неча минг километрга тенг бўлиб, ўнлаб километр тезлик билан тепага, тож соҳасига кўтарилиб, кўринмай қолишлари мумкин. Тож соҳасидаги ҳамма модда пастга, хромосферага тушиши мумкин. Чакнаш пайтида космик нурларнинг интенсивлиги ортади. Бундан ташқари, кичикроқ тезликдаги (1000 км/сек атрофида) корпускуляр оқимлари ҳосил бўлади.

Чакнашдан бир минут ўтгач, бир неча ангстрем тўлқин узунлигидаги рентген нурларининг кучайганлиги “Рентген чакнаш” ва Қуёш радионурланишининг баъзан миллион марта ортиб кетганлиги кузатилади.

Қуёш радиотўлқинлар сочувчи манба эканлиги 1942-1943 йилларда аниқланди. Қуёшнинг радионурланиши доимий ва ўзгарувчан қисмлардан иборат. Унинг доимий қисми оддий иссиқлик нурланиши бўлиб, унга тинч Қуёшнинг радионурланиши дейилади.

Ўзгарувчан қисми актив ҳодисаларга боғлиқ, унга нотинч Қуёшнинг радиочайқалиши дейилади.

Қуйидаги радионурланишларнинг асосий манбаи Қуёш тожи ҳисобланади. Радионурланиш тўлқин узунлиги қанча катта бўлса, нур ўшанча устки тождан чиқиб келади. Шунинг учун ҳам радиотўлқин узунлигига боғлиқ ҳолда Қуёшнинг диаметри ҳам катта бўлиб боради. Масалан: метрлик диапазонда радиоқуёш, одатда, кўринма диаметрларидан бир неча марта катта бўлади: бу радиоқуёшдан келган энергия ҳам каттароқ бўлиши табиийдир. Қуёшдан бир Қуёш радиуси чамаси масофада бўлган тожнинг энг ёруғ қисмига ички тож, қолган қисмига ташқи тож дейилади. Тожда модда ниҳоятда сийрак, температураси бир миллион градусга яқин плазма ҳолатида бўлади.

Кўринувчи нурлар тождан бемалол ўтади. Аммо тож плазмаси радионурларни ёмон ўтказди. Метрлик диапазондаги радионурлар соҳасида тож 10^6 градус температурадаги абсолют қора жисмдай нурланади. Қуёшни ўраб олган иссиқ газ тинч ҳолатда қола олмайди. У Қуёшдан радиан томонга плазманинг доимий оқимини, Қуёш шамолини вужудга келтириб, Ер ва Марс орбиталарига ўтиб келувчи оқимни ҳосил қилади.

Қуёш эклиптика бўйлаб кўринма ҳаракати жараёнида ҳар йили июнь ойида Савр юлдуз туркумида жойлашган қисқичбақасимон туманликни тўсиб ўтади. Бу туманлик энг интенсив радиоманбалардан биридир. Унинг радионурлари Қуёш тожини кесиб ўтганида тождаги булутларда сочилади. Натижада туманликнинг радионурланиши хиралашади. Бу усул билан

кузатилган энг узоқдаги тож соҳаларига ўта тож дейилади. У аста-секин сайёралараро фазага қўшилади.

85 §. Қуёш активлигини даврий ўзгариб туриши ва Қуёшнинг геофизик жараёнларга таъсири.

Қуёшнинг магнит майдони даврий равишда ўзгариб туради. Магнит қутбланганлигининг даврий ўзгариши айниқса доғлар мисолида яққол кўринади. Кейинги бир неча ўн йил ичида доғ гуруҳларини текшириш натижасида, уларнинг магнит майдонининг қутбланиши 22 йиллик давр билан ўзгаради. Бу ўзгаришни Вульф сони $W=k(f+10g)$ билан ўлчаш қабул қилинган. f - доғларнинг умумий сони, g – гуруҳлар сони, k - телескоп параметрларига боғлиқ коэффицент. Қуёшда максимал кўп ва катта доғлар кузатилган йиллари унда машъаллар, протуберанец ва чакнаш каби актив ҳодисаларнинг кучайиши ва кўпайиши кузатилади. Шунинг учун бу пайтни Қуёш активлигининг максимуми дейилади. Қуёшда активлик марказлари оз бўлган пайтларни Қуёш активлигининг минимуми дейилади. Қуёш активлигининг минимуми йилларида доғлар анча юқори гелиографик кенгламаларда кузатилади, вақт ўтиши билан доғлар ҳосил бўладиган соҳалар секин-аста экваторга яқинлашиб келади. Аммо доғлар ҳеч вақт экваторни кесиб, биринчи ярим шардан иккинчисига ўтмайди. Протубераницларнинг активлиги ва хромосферик чакнашларнинг тақсимооти ва интенсивлиги Қуёш доғларининг тақсимооти ва интенсивлигига боғлиқ. Қуёш доғларининг тожларининг умумий ёруғлик 11 йиллик давр билан ўзгарсада, унинг шакли бу даврга мос равишда ўзгаради. Максимум йиллари у Қуёш дискини бир текис ўраб олади, минимумда экватор соҳаси бўйлаб чўзилиб боради. Қуёш шамоли олиб келган юқори энергияли заррачалар Ернинг радиацион поясларини ҳосил қилади. Кучли хромосферавий портлашлар бўлганда Қуёш шамолининг кучли оқими радиация пояслари ичига ўтиб, у ердан юқори энергияли заррачаларни сиқиб чиқаради ва бу заррачалар Ер атмосферасидаги атомлар билан тўқнашади. Бу атомларнинг нурланиши қутб ёғдулари нурланишини вужудга келтиради. Қуёш шамолидаги заррачалар таъсирида Ер магнит майдонининг кучланганлиги тўсатдан кескин ўзгаради. Магнит стрелкасининг кескин катта амплитуда билан ва тартибсиз ўзгариши кўринишида кузатиладиган магнит бўронлари вужудга келади. Қуёш активлигининг даврий ўзгаришига боғлиқ ҳолда магнит бўронларининг ўзгариши кузатилган. Бу ҳодисалар орасида боғланиш борлиги кўриниб турибди.

Қуёшда чакнашлар бўлган пайтда унинг ультрабинафша нурланиши кучайганлиги ва бу нурланиш 11 йиллик фаолият боғлиқ равишда ўзгариб туради. Бу ўзгариш Ер атмосферасида ва гидросферасидаги умумий циркуляцияга ва демак об-ҳавога ҳам таъсир кўрсатади.

86 §. Қуёшнинг ички тузилиши ва Қуёш энергиясининг ядро манбалари

Қуёшнинг ички тузилишини ва унинг энергия манбалари назарий жиҳатдан турли-туман моддалар яшаш усули билан ўрганилади.

Агар Қуёшда модда ҳамма жойда тенг тақсимланган ва зичлиги ҳақиқий Қуёшнинг ўртача зичлигига ($\rho_0 = 1,4 \text{ г/см}^3$) тенг деб қабул қилсак, назарий Қуёшнинг хусусиятлари ҳақиқий Қуёшнинг ярим радиусига тенг чуқурликдаги қатламларнинг хусусиятларига яқин келади. $h \frac{R_0}{2}$ чуқурликда босим

$$p = pgh = p_0 g \frac{R_0}{2} \quad \text{бўлади,} \quad M = p_0 V_0 = p_0 \frac{4}{3} \pi \left(\frac{R_0}{2}\right)^3 = \frac{1}{8} p_0 V_0 = \frac{1}{8} M_0 \quad \text{бўлади} \quad \text{ва}$$

$$g_{\frac{R_0}{2}} = \gamma \frac{M_0}{8} / \left(\frac{R_0}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} g_0 = 1,37 \cdot 10^4 \frac{\text{см}}{\text{сек}^2} \quad \text{бундан} \quad p = 6,6 \cdot 10^4 \frac{\text{дина}}{\text{см}^2} \quad \text{бўлади.}$$

Бунда R_0 -Қуёш радиуси, g -оғирлик кучи тезланиши, ρ_0 -зичлик, V_0 – ҳажм, M_0 -масса, P -босим.

Газ ҳолати тенгламасини қўллаб $h = \frac{R_0}{2}$ чуқурликда Қуёш температураси уч миллион градус атрофида эканлиги топилади. Ҳақиқатда Қуёш ионлашган водороддан $\mu = \left(\frac{1}{2}\right)$ иборат деб ҳисоблаб, идеал газ ҳолатининг асосий

$$\text{тенгламаси} \quad PV = \frac{m}{\mu} kT \quad \text{дан} \quad T = \frac{\mu P}{\rho_0} = \frac{\mu \gamma \mu_0}{4\pi R_0} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ К} \quad \text{ни топамиз.} \quad mgh = \frac{mRT}{\mu} \quad \text{даги}$$

$$h = \frac{RT}{\mu g} \quad \text{га баландлик шкаласи дейилади.}$$

Қуёшда модда аслида ҳамма жойда тенг тақсимланган эмас. Буни ҳисобга олган ҳолда, Қуёшнинг асосий хараактеристикалари ва юқорида топилган қийматлари унча кўп фарқ қилмагани аниқланган. Янада аниқроқ моделларда ҳам Қуёшнинг марказига томон температура, босим ва зичлик ортиб боради. Бу ҳисоблашлардан, Қуёш марказидан температураси 13 миллион градус, босим $2,2 \cdot 10^{17} \text{ дина/см}^2$ да зичлиги 130 г/см^3 атрофида бўлиши керак. Бундай шароитда Қуёшнинг ички марказий қисмидаги атомлар бир-бирлари билан жуда тез тўқнашиб туради. Баъзи тўқнашишларда заррачалар атом ядролари ичига кириши натижасида, ядро реакциялари вужудга келади. Ядро реакцияларининг тезлиги температура ва босим ортиши билан тез ортиб боради. Бу муҳим ҳодиса. У Қуёш ва юлдузлар марказида рўй берувчи ядро реакцияларининг ўз-ўзидан бошқарилишини таъминлайди. Қуёш (ёки юлдуз) ядро иссиқлиги ҳисобига кучли исиб кетганида у бир оз кенгаяди, температура ва босим бир оз пасаяди ва ортиқча иссиқлик ажралиши тўхтади. Ядро реакциялари тўхтаб қолса, бир оз сиқилиш вужудга келади ва ядро энергиясининг ҳосил бўлиши компенсация қилиш учун керакли миқдорда кучаяди (ортади).

VII боб. ЮЛДУЗЛАР

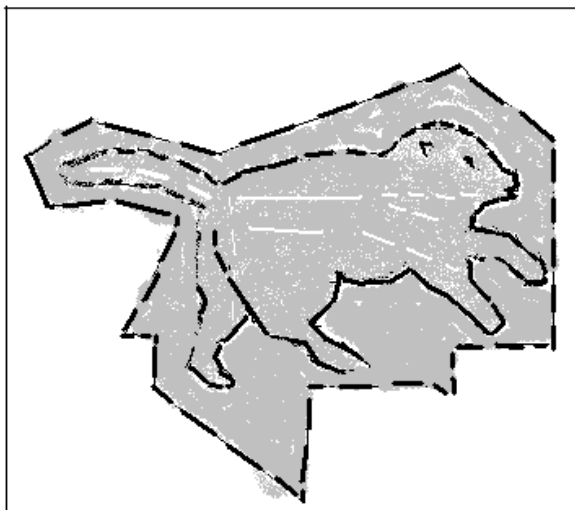
87 §. Юлдузларнинг номланиши

Қадим замонларданоқ инсонлар атрофдаги нарса ва ҳодисаларга ном беришга ҳаракат қилганлар. Бу ҳаракат осмон жисмларига, жумладан, юлдузларга ҳам тегишли бўлган. Дастлаб энг ёрқин юлдузлар, вақт ўтиши билан эса бошқа юлдузлар ҳам номланган.

Юлдузлар – коинотнинг энг кенг тарқалган объектлари ҳисобланади.

Юлдузларни ўзига хос жойлашишига қараб юлдуз туркумларига ажралган ва ном берилган. Кўпчилик юлдуз туркумларининг номлари қадим замонлардан ҳозиргача сақланиб келмоқда. Кишилар уларнинг йил вақтларидаги кўриниши ва чакнашларига қараб буюмлар, ҳайвонлар, ҳодиса ва қаҳрамонлар номлари билан аташганлар. Масалан, Оққуш туркумида жойлашган Денеб (“дум”) юлдузи оққушнинг бир қисми кўринишини эслатади, Арслон юлдуз туркумидаги Кичик Қирол юлдузи эклиптика қаршисида шаҳзода каби жойлашганидан, Кита юлдуз туркумидаги Омикрон («ҳайратланарли») ўзининг ёрқинлигини ҳайратланарли даражада ўзгартириб туришидан шундай номланади.

Андромеда, Персей, Пегас юлдуз туркумларига грек афсоналари билан боғлиқ ҳолда номланган бўлса, Ўқ-ёй, Тарози, Учбурчак юлдуз туркумлари эса ёруғ юлдузларни ўзаро туташтиришдан ҳосил бўлган шаклларни эслатиши учун шундай номланади. Қисқичбақа, Арслон, Чаён, Аждаҳо, Кит, Катта Айиқ, Кичик Айиқ юлдуз туркумларига эса ҳайвонлар номи берилган.



44-расм. Катта Айиқ юлдуз туркуми

XVII асрда ҳар бир юлдуз туркумига кирувчи бир неча ёруғ юлдузлар грек алфавитининг ҳарфлари α , β , γ , δ ва ҳоказо билан белгиланадиган бўлди. Шунингдек, 130 га яқин ёруғ юлдузларга хусусий ном берилди, жумладан, Катта Итнинг α си Сириус, Аравакашнинг α си Капелла, Лиранинг β си Вега, Орионнинг α си Бетелгейзе ҳамда Персейнинг α си Алгол номлари билан юритила бошлади. Булардан хирароқ юлдузларни тартиб бўйича рақамлар

билан (1, 2, 3 ва ҳ.к.) номлаш одат бўлиб, ҳозирги пайтда асосан, жуда хира юлдузларгина шундай рақамланади.

Ҳозирги вақтда кувватли телескоплар (Анди, Канар ороллари ва Гавайяда жойлашган) ёрдамида кузатишлар натижасида замонавий юлдуз каталоглари (“НД” ёки “SAO”) тузилган бўлиб, уларда юлдузларнинг барча кўринишлари энг кичик кўрсаткичларигача ифодаланган.

88 §. Юлдузлар храктеристикалари: ранги, спектрлари ва температураси

XIX аср бошларидан физика фани ютуқларидан аввал спектроскопия, кейинчалик фотографиядан фойдаланиб, юлдузларнинг физик табиатини ўрганишга ва эволюцион қонунларини тадқиқ қилишга киришилди.

Юлдузларнинг энг муҳим характеристикаларидан бири бу уларнинг рангидир. Оддий кўз билан қараганимизда ҳам уларнинг барчаси бир хил эмаслигини кўришимиз мумкин. Юлдузлар равшанлиги, ёрқинлиги ва ранги бўйича бир-биридан фарқ қилади. Юлдузларнинг ранги ва спектри уларнинг температураларига боғлиқ бўлади.

Юлдузлар фақатгина оқ рангда бўлмасдан сариқ, зарғалдоқ, қизил, ва ҳаттоки ҳаво рангда ҳам бўлиши кузатилади. Ранглари асосида юлдузлар 5 та гуруҳга бўлинган. Энг қайноқ юлдузлар *ҳаво ранг юлдузлар* бўлиб, уларнинг температуралари 50-60000°С ва ундан юқори бўлади. Сирт температураси тахминан 10000°С гача бўлган юлдузлар *оқ юлдузлар* деб аталади. Бизнинг Кўёшимизга ўхшаш *сарик юлдузлар* ўртача температурага эга дейилиб, 5-6000°С гача бўлади. Сирт температураси 3000°С дан катта бўлган юлдузлар *тўқ сарик* ва сирт температураси 3000°С дан кичик бўлган юлдузлар *қизил юлдузлар* дейилади. Қизил юлдузлар энг совуқ юлдузлардир. Температура қизил юлдузлардан тўқ сарик юлдузларгача, сўнгра сарик, оқ сарик, оқ ва оч ҳаво ранг юлдузларга ўтган сари аста-секин кўтарилиб боради.

Юлдузларнинг рангини аниқлаш учун ундан тушаётган ёруғликнинг ингичка бир дастасини уч ёкли призманинг ён томонига йўналтирсак, у ҳолда оқ ёруғликни ташкил этган нурлар шишада турлича синиб, спектр деб аталувчи камалак йўлларни ҳосил қилади. Спектрда барча ранглار ҳамма вақт маълум тартибда жойлашган бўлади.

Юлдузларнинг спектрлари одатда туташ спектр бўлиб, унда ютилиш ва эмиссион чизиқлари бўлади. Турли юлдузлар учун бир хил спектрал чизиқларнинг интенсивлиги турлича бўлади. Юлдузлар ўз спектрларидаги энергиянинг тақсимланиши билан фарқланадилар.

Кўпчилик юлдузларнинг спектрларини маълум бир тартибда кетма-кет жойлаштириш мумкин. Бунда бир химиявий элементга хос бўлган чизиқлар хиралашиб бориб, иккинчисига хослари кучаяди. Спектрлари ўхшаш юлдузларни спектрал синфларга бирлаштириб, улардаги нозик тафовутларга кўра синфчаларга ажратилади. Спектрал синфга ажратишда асосий мезон – маълум спектрал чизиқлар интенсивликларининг нисбатидир.

Спектрал синфлар латин алфавитининг O, B, A, F, G, K ва M ҳарфлари билан белгиланади. Температураси 3000 К атрофида бўлган M синфидаги совуқ

қизил юлдузларнинг спектрида икки атомли оддий молекулаларнинг, кўпинча титан оксидининг ютилиш чизиклари кўринади. Бошқа қизил юлдузларнинг спектрида углерод ёки цирконий оксиди кўпроқ бўлади.

G синфидаги сарик юлдузларнинг спектрида металлар: темир, кальций, натрий ва бошқаларнинг ингичка чизиклари кўп учрайди.

A синфидаги оқ юлдузларнинг спектрида водород чизиклари кўпдир. Уларда ионлашган металларнинг хира чизиклари ҳам кўп учрайди. Энг қайноқ ҳисобланган ҳаво ранг юлдузларнинг спектрида нейтрал ва ионлашган гелий чизиклари кўринади.

Юлдузларнинг спектрлари бир-бирларидан жуда катта фарқланади ва уларга қараб, юлдузлар атмосферасининг химиявий таркибини ва температурасини аниқлаш мумкин бўлади. Юлдузларнинг спектрларини ўрганиш барча юлдузларнинг атмосфераларида водород ва гелий кўп учрашини кўрсатади.

Температураси ва ранги бир хил, лекин ёрқинлиги турлича бўлган юлдузларнинг спектри умуман бир хил бўлади, аммо баъзи чизикларнинг интенсивлигидаги нисбий фарқни сезиш мумкин. Бундай ҳол юлдузлар атмосферасида температура бир хил бўлгани билан босим ҳар хил бўлишидан келиб чиқади. Масалан, гигант юлдузлар атмосферасида босим кам бўлиб, жуда сийракдир. Агар бундай боғланиш график кўринишида тасвирланса, у ҳолда чизикларнинг интенсивлигига қараб, юлдузнинг абсолют катталигини, сўнгра унгача бўлган масофани аниқлаш мумкин бўлади.

Юлдузларнинг температураси сиртида бир неча минг градус, ичида бир неча ўн млн. градусгача бўлиши мумкин. Бундай температурада модда фақат ионлашган атомлар ҳолатидагина бўлади. Шунинг учун юлдузларнинг ички тузилиши моделини ясашда идеал газлар назариясидан кенг фойдаланилади.

Юлдузлар атрофида ҳаётни излаш алоҳида муаммо ҳисобланади. Уларгача бўлган масофа узоқ бўлгани учун уларни ҳозиргача автоматик аппаратлар ёрдамида текшириб бўлмайди. Агар улар атрофида юқори цивилизация босқичига эришган ҳаёт (аклий фаол мавжудотлар) бўлса, улар билан радиоалоқа ўрнатиш мумкин бўлади.

89 §. Қўшалок юлдузлар

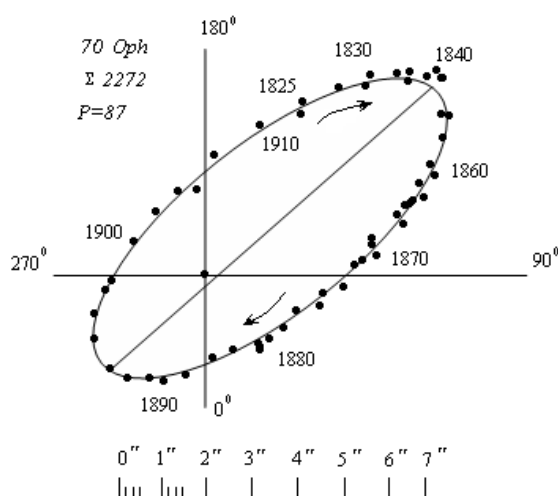
Бир қарашда осмонда юлдузлар якка-якка учрайдигандек туюлса-да, аслида уларнинг кўпчилиги иккитадан, учтадан ва ундан ҳам кўпроқ ҳолда ўзаро динамик боғланган қўшалок юлдузлар кўринишида бўлади.

Қўшалок юлдузлар оптик қўшалок, физикавий, визуал, спектрал, тутилма ёки тўсилувчан, каррали қўшалок юлдузлар тарзида учрайди.

Оптик қўшалок юлдузлар бир-биридан анча узоқда жойлашган бўлса ҳам, осмон сферасида бир-бирига яқин жойга проекцияланадилар.

Агар қўшалок юлдузларни уларни ташкил этувчиларини телескопда айрим-айрим кўриш мумкин бўлса, бундай қўшалок юлдузларни *визуал қўшалок юлдузлар* дейилади. Визуал қўшалок юлдузларга Катта Айиқ юлдуз туркумининг юлдузини (“чўмич”) олиш мумкин. Бу юлдузга яқин жойлашган

Алқор (Отлик) ва Мицар юлдузлари бир-биридан $12'$ масофада жойлашган (45-расм).



45-расмда қўшалок юлдуз орбитасининг фазода жойлашиши тасвирланган.

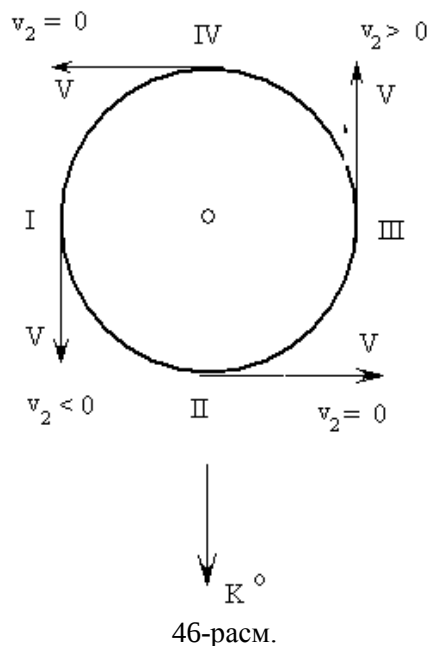
Уч ёки ундан ортик қўшалок юлдузлардан ташкил топган системалар *каррали* системалар дейилади. Лиранинг ϵ юлдузи бир-биридан $3'$ масофада жойлашган 4-юлдуз катталигидаги иккита бир хил юлдуздан иборатлиги кўринади.

Агар юлдузларни узок йиллар кузатиб бориш натижасида улар битта системани ташкил этиши ва ўзаро тортишиш кучи таъсирида, массаларининг умумий маркази атрофида айланишлари маълум бўлса, у ҳолда уларни *физик қўшалок юлдузлар* деб атаймиз.

Баъзи ҳолларда қўшалок юлдузни ташкил этган икки юлдуз бир-бирининг атрофида айланиб, ўзаро яқинлашади ва бундай ҳолатда уларни энг кучли телескоп ёрдамида ҳам айрим-айрим кўриш мушкул бўлади. Бундай юлдузларни фақатгина спектрларига қараб аниқлаш мумкин ва уларни *спектрал қўшалок юлдузлар* деб атаймиз. Спектрал қўшалок юлдузларнинг спектрида чизиклар силжишининг ўзгариш даври қўшалок юлдузларнинг айланиш даврига тенг бўлади. Ҳозирги пайтда 1500 тача спектрал қўшалок юлдузлар аниқланган (46-расм).

Спектрал қўшалок юлдузнинг компоненталари умумий масса маркази атрофида ўзаро айланаётганларида бир-бирларини галма-гал тўсиб ўтишлари мумкин. Бундай юлдузларни *тўсилувчан ёки тутилма қўшалок юлдузлар* деб номлаймиз. Бундай юлдузларга Персей юлдуз туркумидаги β Алгол юлдузини мисол қилиб олиш мумкин. Алголнинг ёруғлиги 2 куну 11 соат давомида ўзгармай туради, сўнгра унинг юлдуз катталиги 5 соатда 2,3 дан 3,5 гача камаяди, кейинги 5 соат ичида у яна ўзининг аввалги ёруғлигига қайтади.

Юлдузларнинг қўшалок бўлиши кенг тарқалган ҳодиса бўлиб, барча юлдузларнинг 30 фоизга яқини қўшалок ҳолда учраши кузатилган.



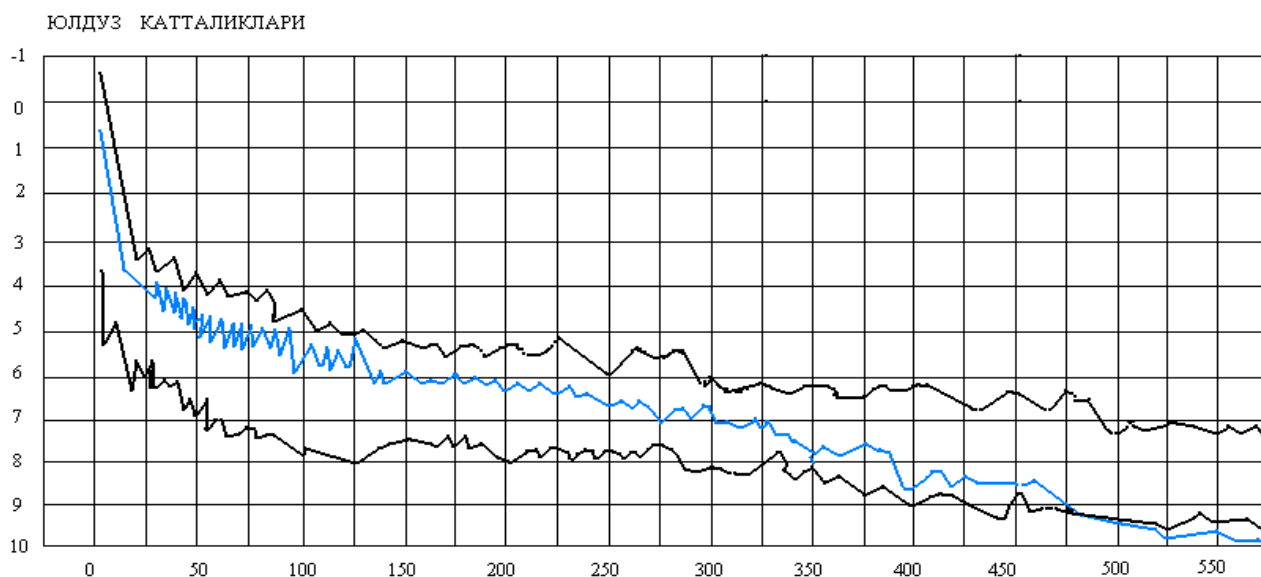
90 §. Янги ва ўта янги юлдузлар

Кўпгина митти юлдузлар нисбатан кичик ёрқинликка эга бўлиб, улар вақти вақти билан қайталанувчи ўзгарувчан чакнаш кўринишида бўлади. Бундай юлдузларни шартли равишда *янги юлдузлар* деб атаймиз. Бу юлдузлар аслида эскидан мавжуд юлдузлар бўлиб, тўсатдан чарақлаши натижасида унинг равшанлиги қисқа вақт ичида ўн минглаб марта ортиб, кузатувчига ўзини янги юлдуз сифатида намоён қилади. Чарақлагандан сўнг юлдуз яна аста-секин ўзининг аввалги равшанлигига қайтади.

Янги юлдузлар равшанлигининг амплитудаси чакнаш пайтида 10-13 юлдуз катталигигача ортиб, уларнинг ёрқинликлари 400 минг мартагача ўзгариши мумкин. Уларнинг портлаш жараёни зич қўшалок юлдузларнинг ўзаро модда алмашилиши натижасида рўй беради. Термоядро синтези билан кечадиган портлаш рўй берганда, катта миқдорда энергия ажралиб чиқади ва атрофида улкан газ туманликларини вужудга келтиради.

Янги юлдузларнинг чакнаши кам учрайдиган ҳодиса бўлиб, чакнаш одатда бир неча кун ҳалокатли давом этади. Янги юлдузлар дастлабки ёрқинлигига йиллар давомида қайтади. Бу қайтиш даврида равшанликнинг тебраниши кузатилади (47-расм).

Янги юлдузнинг спектридаги ўзгаришлар, юлдуз равшанлигининг ортишига фотосферанинг кенгайиши – сиртининг ортиши сабаб бўлишини кўрсатади. Ёрқинлик максимумга етганда, янги юлдузнинг диаметри Ер орбитаси диаметридан катта бўлади. Равшанлик максимал ортганда юлдузнинг ташқи қатлами ундан ажралади ва тахминан ≈ 100 км/с тезликда кенгайиб, фазога ёйила бошлайди. Бундай чакнаш ўта қайноқ ва нисбатан кам ёрқинликдаги юлдузларда кўпроқ кузатилади. Ҳозирга қадар фанда 300 га яқин чакнаган янги юлдуз тўдалари аниқланган.



47-расм.

Ўта янги юлдузлар ҳам янги юлдузлар каби ўзгарувчан юлдузлар бўлиб, аммо уларнинг ёрқинликлари максимумга эришганда янги юлдузларга қараганда минглаб марта равшан бўлади. Портлаш юз бергандан кейин 2-3 ҳафта ўтгач улар ўз ёрқинлигининг максимумига эришади ва сўнггра бир неча ой давомида унинг ёрқинлиги 25-30 марта камаяди. Чакнаш давомида бу юлдузларнинг умумий нурланиш энергияси $10^{41} - 10^{42}$ Жоулни ташкил этади.

Ўта янги юлдузларнинг чакнаши тахминан 100 йил ичида бир икки мартагина бўлиши мумкин. Хитойлик астрономлар 1054 йилда Савр юлдуз туркумида чакнаган янги юлдузни кузатганлар. Бу юлдузни портлашдан сўнг бир неча кунгача кундузи ҳам кўриш мумкин бўлган. Чакнаш пайтида бу юлдуз ўз таркибидан улкан микдордаги моддани 6000 км/с гача тезлик билан юлдузлараро бўшлиққа улоқтиради. Шунча вақт ўтганига қарамай бу юлдуз атрофида ҳалигача кенгайиб тарқалаётган газ улкан газ туманлигини ҳосил қилиб, ҳозир бу туманлик Қисқичбақасимон туманлик деб аталади.

1572 йилда даниялик астроном Тихо Браге томонидан Кассиопея юлдуз туркумида, 1604 йилда эса Кеплер томонидан Илон Элтувчи юлдуз туркумида ўта янги юлдузнинг чакнаши кузатилган.

Гарчи ўта янги юлдузларнинг чакнаш механизмига доир масала ҳали узил-кесил ҳал этилмаган бўлсада, бироқ бу ҳодиса 2-3 Қуёш массасига тенг юлдузлар эволюцияларининг охириги босқичларида вужудга келадиган номувозанатликнинг оқибати эканлиги аниқ.

91 §. Тарқоқ ва шарсимон юлдуз тўдалари

Осмон сферасида юлдузларнинг зич тўдаларини топиш унчалик қийин эмас. Бу тўдалар галактик тўдалар деб аталиб, оддий кўз билан бир неча ўнлаб юлдузлардан бир неча минглаб юлдузларни ўз ичига олган тўдаларни кузатиш мумкин.

Юлдуз тўдаларининг биринчи рўйхатини 1771 йилда француз астрономи Мессье тузган эди. Баъзи тўдалар ҳозиргача унинг рўйхати бўйича белгиланади. Масалан, Геркулесдаги шарсимон тўда М 13, Мессье рўйхатидаги 13-ўринда туради, туманликлар ва юлдузлар тўдаларининг янги каталогида (NGC да) эса 6205-ўринда туради ва NGC 6205 деб белгиланади.

1930 йилда америкалик астроном Роберт Трамплер юлдуз тўдаларини қуйидагича параметрлар билан ҳарактерлади: барча тўдалар таркиби жиҳатидан тўрт синфга бўлинади ва рим рақамлари билан белгиланади (концентрация даражасига қараб I то IV гача). Ҳар бир синф юлдуз ёрқинлигига қараб яна учта синфчаларга ажратилади ва бу синфчалар инглиз ҳарфлари билан белгиланади. Унга кўра, биринчи синф юлдузлар “р” ҳарфи (“p” – “poor” – “камбағал”) билан белгиланиб, бу тўда таркибида 50 дан кам юлдузлар бўлади. Таркибида 50-100 бўлган юлдузлар “m” (ўртача) ва таркибида 100 дан ортиқ юлдузларни жамлаган тўдаларни “r” (“rich” – бой) билан белгиланган. Буни масалан, тўдаларнинг характеристикаларига қараб I 3p, II 1m, IV 2r ва ҳоказо белгилар орқали аниқлаш мумкин.

Ташқи кўринишига кўра юлдуз тўдалари *тарқоқ ва шарсимон тўдаларга* ажратилади.

Тарқоқ тўдалар Галактика экваторига яқин атрофда жойлашган. Галактикада тахминан 15 000 тача тарқоқ тўда бор. Улардан энг машҳурлари Хулкар, Гидалар, Ясли, Персейдаги χ ва η тўдалари ва бошқалар. Тарқоқ тўда диаметри 2-20 парсек оралиғида, кўпинча 3-5 парсек атрофида бўлади. Юлдузлар тўдадан галактика ядроси ва тўдага қўшни юлдузларнинг ўзаро тортишиш кучи таъсирида тўдадан ажралиб, аста-секин фазога тарқаб кетадилар. Ҳисоблашларга кўра, тўдадаги зичлик $\rho < 0,093 \text{ M}_{\odot} \text{ pc}^3$ бўлса, тўда турғун бўла олмайди, у бир неча миллион йилда фазога тарқалиб кетади.

Шарсимон тўдаларнинг табиати ва фазода тақсимланиши тарқоқ тўдалардан тубдан фарқ қилади.

Шарсимон тўдаларнинг диаметри 16-190 парсек, уларнинг ҳар куб парсекига бир неча ўн минг юлдуз тўғри келади. Шарсимон тўдалар галактиканинг деярли ҳамма томонида, энг кўпи Галактика Маркази атрофида учрайди. Шунинг учун шарсимон тўдаларни Галактиканинг сферик ташкил этувчилари қаторига қўшилади. Шарсимон тўда учун “юлдуз катталиги ранг кўрсаткичи” диаграммаси бош кетма-кетликнинг m ўқиға параллел тушиши билан ҳарактерланади.

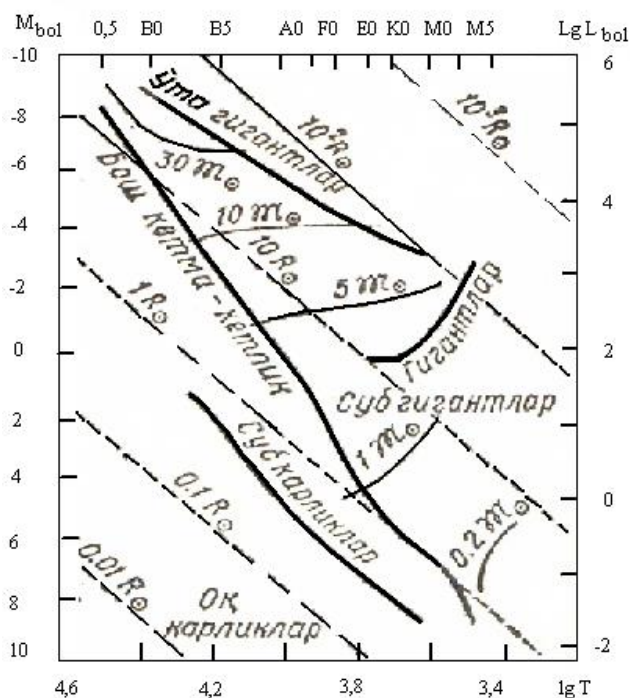
Шарсимон тўдада гигант ва ўтагигант юлдузлар ҳамда қисқа даврли цефеидалар кўп бўлади. Шарсимон тўданинг типик вакили Геркулес юлдуз туркумида жойлашган М-13 деб номланган тўда бўлиб, у 20 мингга яқин юлдузни ўз ичига олади.

92 §. Герцшпрунг-Рассел диаграммаси. Юлдузлар эволюцияси

Юлдузларни ҳарактерловчи параметрлар ичида иккита асосий параметр – температура ва асосий юлдуз катталиклари муҳим аҳамиятга эгадир. Температура кўрсаткичи юлдузларнинг ранг кўрсаткичлари билан боғлиқ

бўлса, абсолют юлдуз катталиги юлдузларнинг спектрал синфларига боғлиқ бўлади.

Спектрал синфлар латин алфавитининг O, B, A, F, G, K ва M ҳарфлари билан белгиланишини аввалги мавзуларимизда ҳам айтиб ўтган эдик. Энг қайноқ юлдузлар O синфига, энг совуқ юлдузлар эса M синфига мансуб бўлади (48-расм).

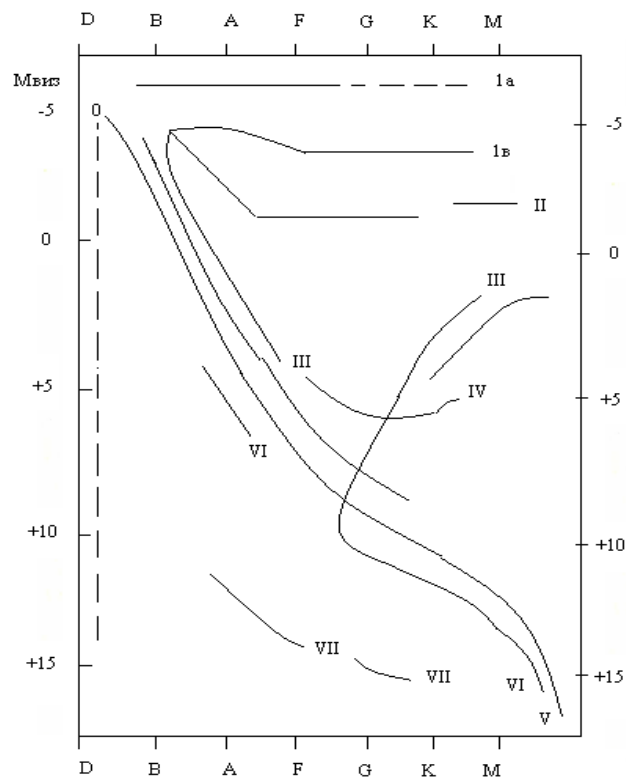


48-расм.

1913 йилда голланд астрономи Эйнар Герцшпрунг ва америкалик астрофизик олим Норрис Рассел бир-биридан мутлақо хабарсиз ҳолда юлдузларнинг бу икки параметрини абсциссалар ва ординаталар ўқларидаги диаграммаларини ифодалашди. Уларнинг хулосалари бўйича юлдузларнинг абсолют равшанлиги ва унга мос спектрал синфи ихтиёрий комбинацияга эга бўлиши мумкин эмас.

Бизга маълумки, юлдузларнинг кўринма равшанлиги абсолют равшанлик дейилади. Абсолют равшанликка мос келувчи катталик абсолют юлдуз катталиги дейилади ва M билан белгиланади. Юлдузларнинг равшанлигини уларнинг температураси ва ранги билан солиштириш ниҳоятда катта аҳамиятга эгадир.

Агар координаталар системасининг ординаталар ўқи бўйлаб абсолют катталик M, абсциссалар ўқи бўйлаб спектрал синф жойлаштирилса, унинг диаграммаси қуйидагича бўлади (49-расм):



49-расм.

Бу диаграмма *спектрал-ёрқинлик* ёки *Герцшпрунг-Рассел диаграммаси* дейилади.

Бу диаграммада ординаталар ўқи бўйича юлдузларнинг абсолют катталиклари M ёки ёрқинликнинг логарифмлари, абцисса ўқи бўйича эса юлдузларнинг спектрал синфи ёки уларга мос келадиган температуралар ёки рангини белгиловчи катталиклар ҳам қўйилади. Характеристикалари маълум бўлган юлдузларга тегишли нуқталар диаграммада бетартиб жойлашмасдан, қандайдир чизиклар бўйича маълум *кетма-кетлик*да жойлашади. Юлдузларнинг ёрқинлиги, радиуси ва температураси бир вақтда камайиб бориш ҳолати бош кетма-кетликдир. Бош кетма-кетликка параллел ҳолда субкарликлар кетма-кетлиги жойлашади. Диаграмманинг юқорисида, абциссалар ўқиға параллел равишда ўта гигантлар кетма-кетлиги, бош кетма-кетликнинг ўртасидан ўнг томонга ва юқорига қараб қизил гигантлар кетма-кетлиги жойлашган.

Юлдузларнинг диаграммадаги вазияти унинг физикавий табиати (юлдузнинг ўрни, массаси, ёши) ва *эволюцион* босқичини тавсифлайди.

Юлдузларнинг эволюция жараёни қуйидагича юз беради: юлдуз ва газ булутидан гравитацион беқарорликнинг пайдо бўлиши ва ундан кейинги қисилиш натижасида протоюлдуз вужудга келади. Гравитация энергияси ички қатламларнинг қизишига имкон яратади, устки қатламда чакнаш юз беради. Натижада термоядро реакциясининг бошланиши учун керакли бўлган температура ҳосил бўлади. У вақтда протоюлдуз юлдузга айланади. Бу йўлни бизнинг Қуёшимиз 2 миллион йил давомида босиб ўтади.

93 §. Нейтрон юлдузлар ва пульсарлар

Юлдузлар *пульсар*ларга ҳам айланиши мумкин. Яъни юлдузлар секин ҳаракатланмасдан тез, ҳатто ҳалокатли ўзгариш ҳолатларида ҳам ҳаракатланади. Масалан, бир йилга яқин вақт ичида кўринишидан оддий бир юлдуз ўта гигант юлдуз каби чакнайди ва тахминан худди шунча вақт ичида унинг равшанлиги пасаяди. Натижада у нейтронлардан ташкил топган ва ўз ўқи атрофида тахминан бир секунд ва бундан ҳам камроқ давр билан айланадиган жуда кичик *нейтрон юлдуз*га айланади. Унинг зичлиги атом ядролари зичлигига қадар ортади ҳамда радио ва рентген нурлари тарқатадиган жуда кучли манбага айланиб, унинг нурлари ёруғлик нурлари каби юлдузнинг ўз ўқи атрофида айланиш даврига мос давр билан пульсацияланиб туради.

“Пульсар” сўзи инглизча “pulsating star” – “пульсацияланувчи юлдуз” сўзидан олинган. Пульсарларнинг характерли томонлари, бошқа юлдузлардан фарқли ҳолда, доимий нурланиб турмасдан регуляр импульсдаги радионурланиш ҳолатида бўлади. Импульслари жуда тез, битта импульснинг давомийлиги секунднинг мингдан бир улушидан, максимум бир неча секундгача бўлади. Ҳар хил пульсарларнинг импульс тузилиши ва жараёнлари турлича бўлади. Жараён вақти-вақти билан 10^{-14} сек.гача ўзгариб туради.

Пульсарларнинг очилиш тарихига назар ташласак, биринчи пульсар PSR1919+21 1967 йилда Кембридж университети физиклари Белл ва Энтони Хьюш томонидан қайд этилган. Радиоастрономия бўйича тадқиқот ўтказётган Белл тасодифан галактика текислигига яқин жойда “ўлик” интенсивлик сигналини тутди. Сигнал узлукли бўлиб, регуляр ҳолда 1,37 секунд интервалда йўқолиб, яна пайдо бўларди. Инглиз астрономларининг профессор Хьюш бошлиқ кичик бир гуруҳи янги топилган бу объектни ўрганишлари давомида америкалик олимлар ва дунёнинг барча йирик радиоастрономик марказлари томонидан салкам бир йил давомида 27 та шу хилдаги объект топилди.

Кўплаб тадқиқотлар ва кузатувлар пульсарларнинг сигнали Ернинг радиоактивлик сигналидан боғлиқ бўлмаган, Ердан ташқари шаффоф цивилизациядан келаётган ва пульсарларнинг ташкил этувчиси бошқа планеталар дунёсининг ёрдами эмаслигини кўрсатди. Астрономлар бу осмон жисмлари ҳам юлдузлар синфига тегишлилигини ва улар тезлик билан айланиши натижасида марказдан қочма куч таъсирида парчаланишини кузатишди. Ҳисоблашларга кўра, пульсар юлдузларнинг айланиш жараёни худди атом ядроси каби, секунднинг мингдан бир улушида ўлчанади ва унинг зичлиги 10^{14} г/см³ ни ташкил қилади. Таққослаш учун Эверестни шакарнинг бир бўлаги мисолида қараш мумкин.

Пульсарларнинг яшаш даври (мегаолам учун) унча узоқ бўлмаган бир неча миллион йилгача давом этади. Бундан кейин юлдузлар оқ карликларга айланади. Бундай ҳолат бизнинг Қуёшимиз учун ҳам ўринли бўлиб, бу жараён бир неча миллиард йилдан кейин содир этилади.

Олимлар 1930 йиллардаёқ ўта янги юлдузнинг портлаш жараёнини назарий ишлаб чиққан эдилар. Бу назарияга асосан портлаш туфайли юлдузнинг ташқи қобиғи юлдузлараро бўшлиққа улоқтирилиши пайтида,

босим бир неча миллиард атмосферага етиши ва бундай босим таъсирида юлдуз ядроси жуда катта гравитацион куч билан сиқилиши қайд қилинган эди. Оқибатда, гравитация кучи таъсирида юлдуз ядросини ташкил этган атомлар ўз хусусиятларини йўқотиб қобик электронлари билан қўшилиб нейтронларга айланади. Ўта янги юлдузнинг портлаши туфайли унинг ядроси нейтрон юлдузга айланиб, бундай юлдузларнинг диаметри 10÷100 километр атрофида бўлади.

1969 йили Стюарт обсерваторияси олимлари Қисқичбақасимон туманликдаги NP0531 пульсаридан оптик импульсларни қайд қилишди ва ўта янги юлдузларнинг қолдиғи – нейтрон юлдузлар – пульсарлардир деган хулосага келдилар.

Нейтрон юлдузлар жуда кичик, ўта зич осмон жисмларидир. Уларнинг массаси тахминан 1,5 Қуёш массасига, радиус маркази эса 10 км га тенг. Нейтрон юлдузлар юлдузлар эволюциясининг охириги босқичидир.

Нейтрон юлдузларнинг таркиби асосан нейтрон заррачалардан ташкил топган. Юқори температураларда юлдуз таркибидаги зарралар ионизациялашади, электронлар ядродан алоҳида ажралиб чиқади.

Нейтрон юлдузлар магнитосферага электронлар ва позитронлар оқимини чиқаради, улар ёруғлик тезлигига яқин тезлик билан спиралсимон кўринишда айланадилар. Айланиш энергияси камайиши натижасида айланиш жараёни ошиб боради. “Кекса” пульсарларда пульсацияланиш жараёни нисбатан узоқроқ давом этади.

94 §. Оқ карликлар ва қора ўра

Ердан туриб қараганда осмон гумбазга ўхшаб, ҳаво очик вақтларда кундузи зангори, кечалари қоронғи ва юлдузларга тўла бўлиб кўринади. Мана шу юлдузларга тўла осмонда ёрқинлиги, ранги ва катталиги жиҳатдан турлича бўлган миллионлаб юлдузларни учратиш мумкин. Улар орасида “ўлик” юлдузлар алоҳида аҳамият касб этади, чунки уларнинг ички тузилиши одатдаги юлдузлардан алоҳида фарқланади. “Ўлик” юлдузлар тушунчасига (категориясига) оқ карликлар, нейтрон юлдузлар ва қора ўралар киради.

Оқ карликларнинг очилиши дастлаб тўла жумбоқ бўлиб, фақат улар катта зичликка эгалиги билан бошқа юлдузлардан фарқланар эди. Биринчи очилган оқ карлик Сириуснинг жуфти, жуда ёрқин юлдуз Сириус В ҳисобланади. 1914 йилда астрономлар Сириус В га тегишли маълумотларни таҳлил қилиб, унинг массасини 0,75 – 0,95 қуёш массасига тенглигини, ёрқинлиги қуёш ёруғлигидан сезиларли даражада пастлиги ва температураси 8000°С га яқин, радиуси 18800 км эканлигини аниқлашди.

Сириус В га ўхшаш яна бир нечта юлдуз очилгандан кейин астроном Артур Эддингтон коинотда бундай юлдузлар кўп учрайди ва оқ карликлар катта зичликдаги газлардан таркиб топган деган хулосага келди.

1926 йилда Энрико Ферми ва Поль Дирак ўта катта зичлик шароитида газ ҳолатини ёзиб олувчи назарияни ишлаб чиқишди (Ферми-Дирак тақсимооти). Ундан фойдаланиб, астроном Фаулер оқ карликларнинг турғун ҳолатини

тушунтиришга муваффақ бўлди. Фаулернинг фикрича, катта тезликда, оқ карликлар ичида (қаърида) босими температурадан умуман боғлиқ бўлмаган газ туғма ҳолатда жойлашади. Бу газ босимига қарши бўлган босим кучи оқ карликларни турғун ҳолатда ушлаб туради.

Кейинчалик оқ карликларни ўрганишни ҳинд олими Чандрасекар давом эттирди. У 1931 йилда нашр эттирган бир ишида “оқ карликлар массаси аниқ лимитдан юқори бўла олмайди, бу уларнинг химиявий таркиби билан боғлиқ” деган муҳим фикрни илгари сурди. Бу лимит 1,4 Қуёш массасидан иборат бўлиб, олим шарафига “Чандрасекар лимити” деб аталадиган бўлди.

Оқ карликлар кичик ўлчамдаги юлдузлардир. Уларнинг массаси Қуёш массаси билан тенг бўлса ҳам, ўлчами жиҳатидан Ер типигаги планеталарга ўхшайди. Радиуси тахминан 6000 км га яқин, Қуёш радиусининг 1(100 қисмини ташкил этади. Оқ карликлар массаси ва ўлчамларини таққослашдан бир хулоса чиқариш мумкин – уларнинг зичлиги жуда баланд.

Оқ карликлар катта зичлиги туфайли “ҳалокатли” юлдузлар қаторига киради. Уларда ядро энергия манбалари йўқ. Водород ёнган вақтда қобиқларда босим ошиб, юлдузлар юқори қатламининг кенгайиши содир бўлади. Конвекциянинг тортишиш зонаси ривожланади ва юлдузлар қизил гигантга айланади. Ядро яқинида ҳарорат юқори, атмосфера совуқ бўлади ва бунинг натижасида у юқори босим остида узоклаштирилиб, газдан ташкил топган туманликка айланади.

Юлдузнинг массаси қанча катта бўлса, унинг ичидаги температура ҳам шунча юқори ва водороднинг ёниб гелийга айланиши шунча тез содир бўлади.

Юлдузнинг марказидаги водороднинг ёниб тугаши билан унинг эволюцияси тезлашади. Юлдуз қизил гигантга айланади. Қизил гигантларнинг зич ва қайноқ ядросида гелийдан углерод ҳосил бўлиши реакцияси юз беради. Гелий запаси камайиши билан бундай реакция тўхтай бошлайди. Юлдуз сиқила бориб зич оқ карлик ҳолатига ўтади. Оқ карлик сирти катта бўлмагани сабабли узок давр нурланиб туриши мумкин.

Массаси Қуёшнинг массасидан анча ортиқ бўлган юлдузлар ўз эволюциясини, катталиги тахминан нейтрон юлдузга тўғри келадиган ва гравитацион майдони нурнинг тарқалишига йўл қўймайдиган жуда зич жисмга айланиши билан тугаллайди деб қабул қилинган. Бундай объектлар Қора ўралар дейилади.

Қора ўралар ва Оқ карликлар турли массадаги юлдузлар эволюциясининг охириги босқичлари ҳисобланади.

95 §. Юлдузларнинг пайдо бўлиши

Юлдузларнинг пайдо бўлиши ҳақида бундан юз йиллар аввал ҳам қизгин фикрлар билдирилган. Рус астрономи В.Я.Струве юлдузлараро фазода ёруғликни ютувчи муҳит мавжудлигини ва бу юлдузлараро диффуз муҳитдаги модданинг қуюқлашиши натижасида юлдузларнинг пайдо бўлишини айтиб ўтган. Шунингдек, юлдузларни совуқ газ-чанг булутлардан гравитацион конденсация (яъни зарраларнинг ўзаро тортишиши) йўли билан пайдо

бўлишлиги кўпгина далиллар ёрдамида аниқланган. Улардан энг муҳимига кўра, юлдузларнинг вужудга келиши, юлдузлараро газнинг энг зич ва совуқлари тўпланган жой – галактика текислиги яқинида рўй беради. Янги туғилаётган юлдузнинг (протоюлдузнинг) зичлиги ва температураси унча катта бўлмаганлиги сабабли у тўлқин узунликлари шкаласининг инфрақизил қисмида нурланиши мумкин. Юлдузлар вужудга келаётган соҳаларда, инфрақизил нурланишнинг улкан манбалари топилади. Бу манбалар шаклланаётган ёки яқинда шаклланган, лекин ҳали ўзлари ташкил топган газ-чанг муҳитга ўралган юлдузлар бўлиши мумкин.

Протоюлдузнинг сиқилишидан унинг марказидаги температура бир неча млн. градусга етганида термоядро реакцияси бошланади. Аввал дейтерий, кейин литий, бериллий ва бор ёнади. Бунда кўшимча энергиянинг чиқиши сабабли протоюлдуз сиқилиши секинлашади. Температура ортган сари протон-протон (массаси Қуёш массасидан 1,5 марта кичик юлдузлар учун) ёки карбон-азот (массаси Қуёш массасидан 1,5 марта катта юлдузлар учун) реакциялари бошланади. Бу реакциялар узоқ вақт давом этади, сиқилиш жараёни тўхтайдди. Юлдузларнинг ички босими тортишиш кучи билан мувозанатлашади ва юлдуз турғун ҳолатга ўтади.

Агар юлдуз массаси Қуёш массасидан 2-3 марта катта бўлса, Оқ карлик юлдуз ҳосил бўлади. Оқ карликларда ядро реакцияси бўлмайди. Улар илгари тўпланган иссиқлик энергияси ҳисобига нур сочади. Галактикада юлдуз ва юлдузлараро модданинг нисбати вақт ўтиши билан ўзгариб боради, чунки модданинг бир қисми оқ карликларга айланиб, юлдузларда газ ва чанг камаяди.

VIII боб. ГАЛАКТИКАЛАР ТЎҒРИСИДА МАЪЛУМОТ

96 §. Галактикалар таълимоти

1923 йилда америкалик астроном Э.Хаббл Андромеда туманлиги бошқа галактикаларга тегишли деган фикрни билдиргач, астрономлар галактикалар каталогларини тузишга киришдилар. Катта Портлаш назарияси олимларни узоқ ўтмишда Коинот умуман бошқача, вақт жихатдан чегараланган бўлган, деган хулосаларга олиб келди. 1960 йилларда Пензиас ва Вильсон Катта Портлаш оқибатида релект нурланишни кашф қилишди. Бу кашфиёт портлашдан сўнг Коинотнинг юлдузларсиз ва галактикаларсиз, қандайдир тузилишларсиз (структураларсиз) бир хиллилигини тасдиқлайди. Олимларнинг эътибори кузатишлар ва назарияларга жалб қилинди. Натижада, ясси ва бир жинсли Коинот қуюқ ранглар аралашмасидан, юлдузлар, юлдузлараро чанг ва газ, атом ва космик заррачалардан таркиб топган ва турли шаклларга эга, доимий ҳаракатдаги гуруҳ тўдалари – галактикалар эканлиги исботланди.

Ўта қувватли телескоплар ёрдамида аниқланишича, 75 млн.га яқин Галактикага ўхшаш системалар мавжудлиги маълум. Уларга Галактикадан ташқари туманликлар ёки галактикалар дейилади. Галактикалар юлдузлар каби кўп бўлиб, Хаббл ҳисоби бўйича осмон сферасининг 1 квадрат градусига ўртача 131 та галактика тўғри келади.

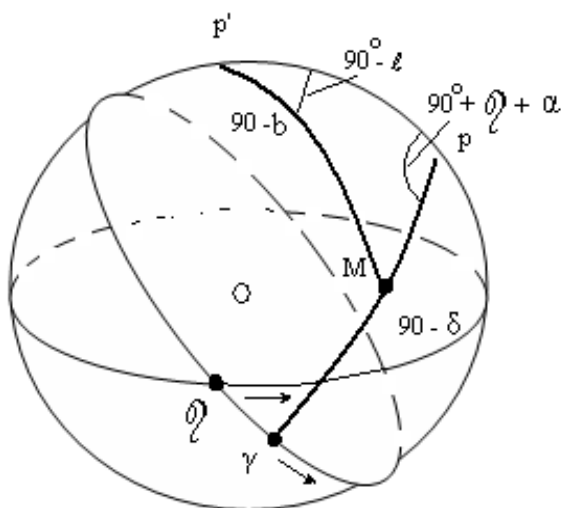
Галактикалар умумий кўриниши ва катта-кичиклиги жиҳатидан машҳур Андромеда туманлиги билан бир хил. Э.Хаббл Андромеда туманлигида тарқок ва шарсимон тўдаларни, янги юлдузларни ва цефеидларни топди.

Андромеда юлдуз туркумидаги спирал туманлик тахминан бизнинг Галактикадек улкан юлдузлар системаси эканлиги аниқланди. Бу спирал туманликкача бўлган масофа 2 миллион ёруғлик йилига тенгдир.

Галактиканинг симметрия текислиги осмон сфераси билан осмон экваторига 62° бурчак остида оғган ҳолда кесишиб, галактик экваторни ҳосил қилади. Ундан 90° узоқликда жойлашган нуқталар *Галактика қутблари* дейилади. Шимолий қутбнинг экваториал координаталари:

$$\alpha = 12^h 49^m, \quad \delta = +27^\circ \cdot 4$$

Галактика шимолий қутбда Галактика маркази йўналишидан бошлаб соат милининг ҳаракат йўналишига тескари йўналишда галактик экватор бўйлаб ҳисобланадиган ҳамда ёритгич ва Галактика қутбидан ўтувчи катта айланагача бўлган бурчакли масофа галактик узунлама дейилади ва ℓ ҳарфи билан белгиланади (50-расм).



50-расм

Ёритгичнинг галактик экватордан бурчакли баландлиги унинг галактик кенгламаси дейилади ва b ҳарфи билан белгиланади. (ℓ, b) – галактик координаталар системаси дейилади. Уларнинг қийматлари ёритгични кузатиш даврига боғлиқ эмас. Шунинг учун бу система юлдузлар астрономиясида кенг қўлланилади.

Галактиканинг марказий қисмида диаметри $\sim 1,3$ *кпс* бўлган ядро мавжуд. Ядрони қалин чанг, газ туманликлари ўраб турганлиги ва юлдузлар кўп бўлганлиги сабабли уни оптиквий асбоблар ёрдамида кўриш мураккаблик туғдиради. Ядронинг ўртача зичлиги Куёш атрофидаги юлдузлар зичлигидан тахминан икки баробар ортиқ. Марказий қисм кучли радионурланишга эга бўлиб, ядронинг физик табиати ҳақида маълумотлар асосан ана шу радионурланишни кузатиш ёрдамида олинади. Галактика ядросидан ўндан ортиқ спирал шахобчалар ажралиб чиққан. Уларнинг бирида, Галактика

ядросидан ~ 10 кпс ва четидан 5 кпс узоқликда ҳамда галактик текисликнинг 25 пс шимолида Куёш системаси жойлашган.

Ўзбекистонда Галактикага доир масалалар асосан Ўзбекистон ФА Астрономия институтида ва Ўзбекистон Миллий университети астрономия кафедрасида ўрганилади.

97 §. Галактикалар турлари

Галактика *сферик, спиралсимон, нотўғри, эллиптик* ва ҳоказо шакллarga эга бўлади. Шунингдек, радиогалактикалар, ўтагалактикалар, метегалактикалар, актив ядроли галактикалар ҳам мавжуддир.

Галактика шаклини дастлаб уч ўқли эллипсоид деб қабул қилиш мумкин. Унинг симметрия текислиги – галактик текислик тахминан Сомон Йўлининг ўртасидан ўтади.

Спирал галактикалар қайноқ юлдузлар, цефеидлар, ўта гигантлар, тарқоқ юлдуз тўдалари ва газ туманликларидан иборат бўлиб, бир неча юз миллион йилга тенг даврлар билан айланадилар. Спирал галактикалар кузатиладиган галактикаларнинг деярли ярмини ташкил этади. Уларни қиррасидан қаралса, босиқлик даражаси катта бўлган эллипснинг марказий қисмларида йўғонлашган шаклини кўриш мумкин. Хаббл спирал галактикаларни улар ядроларининг нисбий ўлчамларига ва спирал шахобчаларининг тараққий этганлигига кўра уч турга ажратади. Бунда у галактика спирал шахобчаларининг тараққий этганлик даражаси канча кучли бўлса, ядронинг нисбий ўлчами шунча катта бўлишлиги қонунидан фойдаланди. Катта ядроли, аммо спирал шахобчалари яхши тараққий этмаган галактикалар Sa билан белгиланади. Sb галактикаларда ядро кичикроқ бўлиб, спиралларни осонлик билан ажратиб кўриш мумкин. Sc галактикаларнинг спираллари шундай тараққий этганки, галактиканинг спирал тузилиши емирилаётгандек кўринади. Қиррасидан қараганда эса катта босиқликка эга эканлиги кўринади.

Нотўғри галактикалар (I) да симметрия марказига зичланиш бўлмайди. Улар анча хира бўлиб, таркибида нейтрал водороднинг кўплиги билан ҳам ажралиб туради.

Спирал галактикаларга қараганда анча кичик ва кам учрайдиган нотўғри галактикалар бизнинг Галактикамизнинг йўлдошларидир. Уларгача бўлган масофа 150 000 ёруғлик йилига яқин. Бу галактикаларни уларнинг шаклсизлигига қараб шундай атаганлар.

Эллиптик галактика (E) эллипсоид шаклида бўлиб, кўринма равшанлиги четидан марказига томон текис ортиб боради, аммо ички тузилиши кўринмайди. Уларда кўринма эллипснинг босиқлиги $10 \cdot (1 - \frac{b}{a})$ қўлланилади.

Юмалоқ галактикалар E0, чўзиқ эллиптик галактикалар E9, E8 ва ҳ.к. бўлади. Эллиптик галактикаларнинг марказига яқин атрофи ёрқин бўлиб, нотўғри галактикаларда бундай концентрация деярли сезилмайди.

Шарсимон юлдуз тўдаларига ўхшайдиган эллиптик галактикалар ўлчами жиҳатдан анча катта бўлиб, жуда секин айланадилар. Эллиптик галактикалар анча кўп учрайди. Спирал ва эллиптик галактикаларнинг кўпчилигининг ядроларида жуда катта микодогаги энергия ажралиши кузатилган.

Радиогалактикалар ва квазарлар. Баъзи галактикалар, бошқа галактикалардан жуда кучли синхротрон радионурланиши билан ажралиб туради, синхротрон радионурланиш, катта тезликда ҳаракатланувчи электронларнинг магнит майдон билан ўзаро таъсирлашиши натижасида вужудга келади. Бундай галактикаларни *радиогалактикалар* дейилади. Кўпинча улар, галактиканинг икки томонида жойлашган радионурланишнинг икки манбаига эга бўлади. Радиогалактикалар, қарама-қарши томонларга модданинг тез ҳаракатланувчи оқимини чиқариб ташлаётган галактикалар ядроларининг активлиги натижасида вужудга келади деб тахмин қилинади.

Осмондаги баъзи радиоманбалар ёруғлик нурларида суратга олинганда, фотосуратларда жуда хира юлдузларга ўхшаш объектлар топилган. Аммо уларнинг нурланиш хусусиятлари, бу объектлар юлдуз эмаслигини кўрсатади. Уларнинг спектрида қизилга силжиши жуда катта қийматга эга бўлган ёруғ чизиқлар бор. Баъзи ҳолларда бу чизиқлар, одатда газ спектрининг ультрабинафша қисмида кузатиладиган чизиқлар бўлиб, хира юлдузларга ўхшаш объект спектрининг кўринадиган қисмига силжиган чизиқлардир. Уларнинг қизилга силжиш қиймати шу қадар каттаки, унга миллиард ёруғлик йилга тенг бўлган масофалар мос келади. Бу объектлар, радионурланишнинг квазиюлдуз (юлдузга ўхшаш) манбалари ёки *квазарлар* деб аталади. Бу объектлар масофаларини аниқлаш мумкин бўлган осмоннинг энг узоқ объектлари ҳисобланади. Квазарлардан энг ёруғлари 13-катталиқдаги юлдузлар каби кўринади, лекин ёрқинлиги бўйича баъзи квазарлар гигант галактикалардан юзлаб марта равшанроқдир. Уларнинг оптик ва радиодиапазонида тарқатаётган жуда катта энергиясининг келиб чиқиши ҳозирча тушунарсиз бўлиб келмоқда. Кузатишлар, квазарлар ўз табиатлари билан галактикаларнинг актив ядроларига ўхшаш манбалар эканлигини кўрсатмоқда ва шу боисдан эҳтимол, улар жуда олисдаги юлдуз системаларининг ядроларидир.

Ўтагалактика ва метагалактика. Галактикалар ҳам юлдузларга ўхшаш қўшалок, каррали бўлиб, гуруҳ ва тўдаларни ташкил этади. Галактикаларнинг кўпчилиги тўда-тўда бўлиб учрайди. Галактикалар тўдалари ҳам юлдузлар тўдалари каби шарсимон ва тарқоқ бўлиб, уларда ўнлаб, баъзиларида эса минглаб галактикалар бўлади. Бизга энг яқин галактикалар тўдалари *ўтагалактика* деб аталувчи ғоят катта галактикалар системасини ташкил этади. Айрим галактикалар ва галактикалар тўдалари Сомон Йўлига ўхшаш бир текислик атрофида тўдаланиб ўтагалактика экваторини ҳосил қилади, Сунбула юлдуз туркумидаги тўда эса ўтагалактика марказида жойлашган бўлиб, у тахминан 20 млн. парсек масофададир.

Ўтагалактика диаметри 30 мпс, маркази атрофида айланиш даври 50-200 млрд. йил. У ҳолда галактикамизнинг тезлиги 500 км(сек бўлади ва ўтагалактика массаси $10^{15} M_{\odot}$ га тенг деб аниқланади. Ўтагалактиканинг кенгайиши сабабли унинг ўлчами ҳар млрд. йилда 2 мпс га ортади.

Кузатиладиган ҳамма Галактикалар ва уларнинг тўдалари системасига *метагалактика* дейилади. Метагалактика – чексиз Коинотнинг бир қисмидир.

Метагалактиканинг миллиард-миллиард планеталардан ташкил топганлиги ва бу планеталарнинг айримларида органик ҳаёт пайдо бўлиб ривожланиши учун шарт-шароитлар мавжудлиги эҳтимоли Ердан ташқарида, Коинотнинг бирор қисмида ҳаётнинг мавжуд бўлишини тақозо этади. Мазкур умумий мулоҳаза асосида, шунингдек, Ерга яқин Марс ва Венерада атмосфера ва бошқа физик шарт-шароитлар мавжудлигига қараб, бу планеталарда ҳаётнинг энг оддий шакллари бор деган тахминлар пайдо бўлган.

98 §. Бизнинг Галактикамиз

Галактика (юнонча “Галактикос” – сутли, сутсимон) – умумий ўзаро тортишиш кучи билан боғланган, мураккаб шаклга эга улкан гравитацион системадир. Галактиканинг ўзбек тилидаги номи Сомон йўли, чунки қадимдан юлдузлар маълум бир текисликка (Галактика экваторига) нисбатан зич жойлашиб олганлиги кузатилган бўлиб, ота-боболаримиз уни арава кетидан тўкилиб борган сомондан ҳосил бўлган йўлга, юнонлар эса ерга тўкилган сутга ўхшатганлар. Юнон файласуфи Демокрит Сомон йўли сон-саноксиз юлдузлардан иборат деб тахмин қилган эди. Шундай эканлигини биринчи бўлиб Г.Галилей исботлади. Инглиз астрономи В.Гершел XVIII асрда Галактикани изчил ўргана бошлади. Кейинчалик янги-янги қирраларини аниқлашди. Галактикани ташкил қилувчи юлдузларнинг ёшлари турличадир. Галактикада протоюлдузлар, ёш юлдузлар (уларнинг ёши фақат юз минг йилга тенг) ва ёши коинот (15 миллиард йил) ёшига тўғри келувчи юлдузлар мавжуддир. Галактикани ташкил қилувчи юлдузлар юлдузли аҳоли деб қабул қилинган. Галактикада юлдузлардан ташқари юлдузлараро газ мавжуд бўлиб, уларнинг массаси унча катта бўлмаган ҳолда, бутун галактика массасининг 2-5 фоизини ташкил этади.

Қуёш системасининг галактика чеккасида жойлашгани, унинг нисбатан ёшлигидан далолат беради. Қуёшнинг ёши 5 миллиард йилга яқиндир.

Бизнинг Галактика маҳаллий гуруҳ деб аталувчи галактикалар тўдасига мансубдир. Бу гуруҳ таркибида гигант спирал галактикалар, бизнинг Галактика, Андромеда туманлиги, Учбурчак юлдуз туркумидаги галактика ва яна 15 тача кичик эллиптик ва нотўғри галактикалар ва яна бир неча галактикалар бор. Маҳаллий гуруҳ галактикаларнинг энг узоқдагиси Қуёшдан 480000 парсек масофада, гуруҳга аъзо бўлмаганининг энг яқини 1500000 парсек узоқликда жойлашган. Маҳаллий гуруҳ ҳақидаги баъзи маълумотлар қуйидаги жадвалда келтирилган.

Номи	Тўғридан-тўғри чиқиши (соат ва мин.)	Оғиш бурчаги (град)	Типи	Кўринма юлдуз катталиги	Масофаси (млн. ёруғ. йили)	Диамет. (минг ёр. йили)
Сомон йўли	-	-	Sb-Sbc	(M=-20,5)	-	130
WLM	0 02,0	-15 28	Irr	11,3	2,0	7
IC 10	0 20,3	+59 19	Irr	11,7	4,0	6
NGC 147	0 33,1	+48 31	E5	10,4	2,2	10
Андромеда III	0 35,3	+36 31	E5	-	2,2	3
NGC 185	0 38,9	+48 20	E3	10,1	2,2	6
NGC 205	0 40,3	+41 41	E5	8,6	2,2	10
M 32	0 42,7	+40 52	E2	9,0	2,2	5
M 31	0 42,7	+41 16	Sb	4,4	2,2	200
Андромеда I	0 45,7	+38 00	E3	14,4	2,2	2
SMC	0 52,7	-72 54	Irr	2,8	0,3	0,5
Хайкалтарош	0 59,9	-33 42	E3	9,1	0,2	1
Балиқ	1 03,7	+22 03	Irr	10,0	2,5	12
IC 1613	1 04,9	+2 07	Irr	15,5	3,0	0,5
Андромеда II	1 16,3	+33 25	E2	-	2,2	2
M 33	1 33,9	+30 39	Sc	6,3	2,5	45
LMC	5 23,9	-69 47	Irr	0,6	0,2	20
Арслон A	9 59,4	+30 45	Irr	12,7	5,0	7
Арслон I	10 08,5	+12 18	E3	11,8	0,6	1
Секстант I	10 12,8	-1 41	E	-	0,3	3
Арслон II	11 13,5	+22 10	E0	12,3	0,6	0,5
Кичик Айиқ	15 08,8	+67 07	E5	-	0,3	1
Аждаҳо	17 20,2	+57 55	E3	-	0,3	0,5
NGC 6622	19 44,9	-14 46	Irr	9,3	1,7	8
DDO 210	20 47,0	-12 51	Irr	15,3	5,0	4
IC 5162	22 02,9	-51 17	Irr	11,7	2,0	5
Пегас	23 28,6	+14 46	Irr	12,4	5,0	8

Галактика маркази Қавс юлдузлар туркумида жойлашган. У кўпроқ чангдан иборат қалин қатлам билан ўралган. Галактика марказининг ёрқинлиги 10^{47} эрг/с. ўзак, асосан, қизил гигантлар, қуйи спектрал синфларнинг митти юлдузларидан иборат. Галактикамиз ўзаги ва Сомон йўли қисми бир қарашда тинч, сокин бўлиб кўринади. Аслида эса уларда тинимсиз ва жўшқин кечаётган турли физик жараёнлар, жумладан, юлдузлар портлаши, газ оқими узлуксиз ажралиб туриши ёки мураккаб тўқнашувлари, юлдузлар коллапсга учраш ҳолатлари, пульсар ва қора ўраларнинг вужудга келиши ходисалари кузатилади.

99 §. Галактиканинг актив ядроси

Галактиканинг маркази атрофидаги қуюқлашиш юлдузлар ва плазма булутларидан ташкил топган бўлиб, галактикалар эволюциясида катта аҳамиятга эга. Спирал галактикаларнинг марказий қисми (ядроси) нинг спектрида ютиш чизиқлари билан бирга газ туманликларига хос эмиссион чизиқлар ҳам кузатилади. Уларнинг анча энлиги галактика марказидаги қуюқлашишда газларнинг тартибсиз ҳаракати катта тезликка эга эканлигидан дарак беради.

Газларнинг қандай тезликда ҳаракат қилиши галактика ядросининг активлигига боғлиқ. Шунга кўра галактикалар бир неча турга бўлинади. Бизнинг галактикага ўхшаш галактикаларнинг ядроси айтарли актив эмас, аниқроғи газ ядродан секундига 10 км тезликда оқиб чиқади. Актив ядродан чиқаётган газ ва алоҳида газ булутлари секундига юзлаб ва минглаб км тезликда отилиб чиқади. Бундай тезликда отилиб чиққан модда галактиканинг тортиш кучи таъсир доирасидан чиқиб кетади. Портлаган галактикаларда ядро активлиги янада юқори бўлади. Масалан, Катта Айиқ юлдуз туркумидаги М82 галактикадан отилиб чиққан ва массаси тахминан 5 млн. $M_{\odot}$ га тенг бўлган газ моддаси 3 *кпс* гача тола бўлиб ёйилган. Бу тола бундан бир неча йиллар илгари отилиб чиққан бўлса керак. Газ толанинг марказдан узоқлашиш тезлиги 1000 *км/сек*.

Радиогалактикаларда ядро активлиги бениҳоя катта. Деярли барча галактикалар озми-кўпми радионурланишга эга. Оддий галактикаларнинг радионурланиши умумий нурланишнинг жуда кам қисмини ташкил этади. Радиогалактикаларда радионурланиш оптик диапазонда нурланишдан ортиқ бўлиши мумкин, оддий галактиканинг радионурланишига қараганда бир неча ўн минг баробар ортиқ бўлади.

Оққуш-А радиогалактикаси бунга мисол бўла олади. Унинг икки компоненталари орасида равшанлиги 18^m бўлган эллиптик галактика бор. Оққуш-А нинг узоқлиги 170 *Мпс*. Радиодиапазонда нурланиш қуввати оптик нурланишга қараганда олти баробар ортиқ. Радиогалактикалар ҳам оптик объектлар – гигант, кўпинча эллиптик галактикалар билан таққосланган. Радиогалактикаларнинг кучли радионурланиши сабаби ҳақида қатор назариялар мавжуд. Улар галактикаларнинг бўлиниш фаразияларига асосланган. Агар у портлаш натижаси бўлса, қўшалоқ галактикалар шу усулда пайдо бўлади.

Ўта янги юлдузларни қидириш пайтида уларга ўхшаш, аммо радионурланишга эга бўлмаган объектлар топилган. Уларнинг ўта юлдузларга ва актив ядроли галактикаларга ўхшашлиги сабабли квазиюлдуз галактика деб аталади.

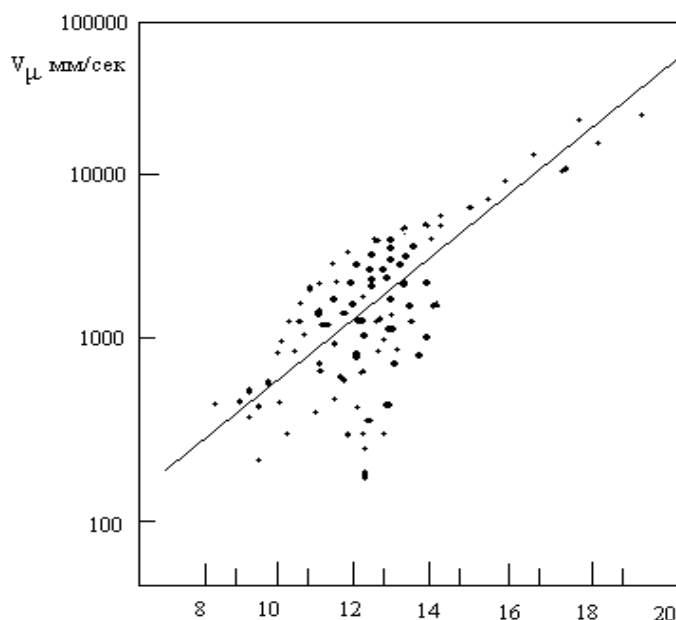
100 §. Галактикаларнинг ўлчамини аниқлаш.

Галактикаларнинг ўлчамлари тўғрисида қадим олимларимиз қизиқиб келишганлар. Фақат XX-асрга келиб галактикаларнинг ўлчамлари ва тузилиши ҳақида умумий маълумотлар олинди. Бу даврда осмондаги тумансимон спирал ва эллиптик объектларнинг Галактикадан ташқарида жойлашганлиги, уларнинг ҳар бири Галактикага ўхшаш бир неча ўн миллиард юлдуздан ташкил топган мустақил галактикалар эканлиги исботланди.

Галактикаларнинг масофасини ўлчашда бирлик сифатида килопарсек ($1 \text{ кпс} = 1000 \text{ пс}$) ва мегопарсеклар ($1 \text{ мпс} = 10^6 \text{ пс}$) қўлланилади.

Галактика узоқлигини ўлчашнинг асосий усули ундаги цефеидаларнинг равшанлигини ўзгариш даврини кузатишдир. Маълум давр бўйича цефеида учун масофа модули $(M - m) = 5 - 5 \lg r$ топилади. Бундан эса масофани аниқлаш мумкин. Агар галактикада бирор янги юлдуз чакнаса, унинг максимумида абсолют равшанлик -7^m деб олиб кузатишдан аниқланган кўринма равшанлиги m ёрдамида $(M - m)$ ҳисобланади, яъни юлдузнинг узоқлиги топилади.

Галактикалар узоқлигини ўлчашнинг яна бир усули қизилга силжиш эффектидан фойдаланишдир. Бу эффектга кўра барча галактикалар биздан узоқлашаётган бўлади, спектрларида эса барча спектрал чизиқлар қизил томонга силжиган бўлиб кўринади. Спектрал чизиқнинг қизил томонга силжиш миқдори галактиканинг узоқлигига пропорционал, яъни галактика биздан қанча узоқда бўлса, унинг нурий тезлиги шунча катта бўлади. Бу муносабат 51-расмда келтирилган.



51-расм

Уни $V_r = C \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = H \cdot r$ формула ёрдамида ифода этилади. Бунда $H = 100 \text{ км/сек·мпс}$ Хаббл доимийси дейилади.

101 §. Қизилга силжиш ва коинотнинг кенгайиши

Хаббл 1929 йилда узоқликлари энг ёруғ юлдузларнинг кўринма юлдуз катталигига қараб аниқланган галактикаларнинг спектрларидаги чизиклар спектрларининг қизил томонига силжишини топди. Бу *қизилга силжиш* галактикагача бўлган масофага пропорционал равишда ортади.

Қизилга силжиш манбанинг кузатувчидан узоқлашишини кўрсатади. Узоқлашиш тезлиги силжишга ва узоқликка пропорционал бўлиб, муайян юлдуз спектри учун барча λ ларга $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ нисбат ўзгармас миқдор бўлади. Хира галактикаларнинг спектрини ўлчашда силжишнинг бу хусусияти жуда муҳим. Чунки уларнинг спектри ҳам хира бўлиб, бир неча чизикларнигина ўлчаш мумкин, ҳолос.

Қизилга силжишни Допплер эффекти ёрдамида осон тушунтириш мумкин. У ҳолда қизилга силжиш Галактикаларгача бўлган масофа билан тезлик орасидаги кузатиладиган пропорционалликни аниқлайди ва бу Хаббл қонуни дейилиб, қуйидагича белгиланади:

$$v = H D$$

Пропорционаллик коэффиценти H Хаббл доимийси дейилиб, қиймати тахминан 100 км/(с·Мпк) га тенг, яъни ҳар миллион парсекда галактиканинг узоқлашиш тезлиги 100 км/с га ортади.

Метагалактикада Хабблнинг қизилга силжиш қонуни амал қилади ва бу силжиш галактикалар ҳаракатининг хусусиятини, яъни улар орасидаги масофанинг узлуксиз ортиб боришини кўрсатади. Бу эса галактикаларнинг биздан ва бир-бирларидан ҳар томонга узоқлашаётганини ва узоқлашиши улар биздан қанча узоқда бўлса, шунча катта тезликда содир бўлаётганини кўрсатади. Бу жараён Коинотнинг кузатилаётган барча қисмини ўз ичига олади ва бу *Коинотнинг кенгайиши* дейилади. Коинотнинг кенгайишини дастлаб рус олими А.АФридман А.Эйнштейннинг нисбийлик назарияси асосида кузатган.

Коинотнинг кузатилаётган кенгайишидан қачонлардир коинот бир бутун ўта зич моддадан ташкил топган жисм бўлган, деган хулоса келиб чиқмайди. Бундай фикрни тасдиқлаш учун кенгайиш қонуни ҳозиргига қараганда яхшироқ билиш, энг муҳими бу қонуннинг ўтмиш учун қандай характерга эга эканлигини ўрганиш керак бўлади. Ҳатто қизилга силжиш коинотнинг реал кенгайиши сабабли юз бераётган бўлса ҳам, у фазо, вақт ва массанинг бизга маълум бўлмаган сирларини ўрганишга рағбатлантиради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. И.Ф.Полак. “Умумий астрономия курси”, Ўқитувчи нашриёти, Тошкент, 1965 й.
2. Г.Мурсалимова, А.Рахимов. “Астрономия”, Ўқитувчи нашриёти, Тошкент, 1976 й.
3. М.Мамадазимов. “Астрономия”, Ўқитувчи нашриёти, Тошкент, 2003 й.
4. Б.А.Воронцов Веляминов. “Астрономия”, Ўқитувчи нашриёти, Тошкент, 1995 й.
5. Жанлука Ранцини. Сверхновый атлас вселенной. “Космос”. Иллюстрированный справочник с картами созвездий. Москва. Эксмо, 2008.
6. Блажко С.Н. Курс общей астрономия. Гостехиздат. 1947.
7. Попов П.И., Баев К.Л., Воронцов-Веляминов Б.А., Куницкий Р.В. “Астрономия”, Олий педагогика шйув юртлари учун дарслик. 3-нашри, Учпедгиз, 1953.
8. Степанов Н.Н. Сферическая тригонометрия, Гостехиздат, 1948.